



AF/1733  
Zhu

PTO/SB/21 (09-04)  
Approved for use through 07/31/2006. OMB 0651-0031  
U.S. Patent and Trademark Office; U.S. DEPARTMENT OF COMMERCE  
Under the Paperwork Reduction Act of 1995, no persons are required to respond to a collection of information unless it displays a valid OMB control number.

<b>TRANSMITTAL FORM</b>  (to be used for all correspondence after initial filing)	Application Number	08/916,629
	Filing Date	08-22-1997
	First Named Inventor	CHAD A. COBBLEY
	Art Unit	1733
	Examiner Name	AFTERGUT, J. H.
Total Number of Pages in This Submission	Attorney Docket Number	97-0098

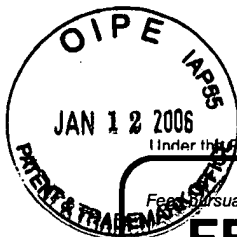
ENCLOSURES (Check all that apply)		
<input checked="" type="checkbox"/> Fee Transmittal Form	<input type="checkbox"/> Drawing(s)	<input type="checkbox"/> After Allowance Communication to TC
<input type="checkbox"/> Fee Attached	<input type="checkbox"/> Licensing-related Papers	<input type="checkbox"/> Appeal Communication to Board of Appeals and Interferences
<input type="checkbox"/> Amendment/Reply	<input type="checkbox"/> Petition	<input checked="" type="checkbox"/> Appeal Communication to TC (Appeal Notice, Brief, Reply Brief)
<input type="checkbox"/> After Final	<input type="checkbox"/> Petition to Convert to a Provisional Application	<input type="checkbox"/> Proprietary Information
<input type="checkbox"/> Affidavits/declaration(s)	<input type="checkbox"/> Power of Attorney, Revocation	<input type="checkbox"/> Status Letter
<input type="checkbox"/> Extension of Time Request	<input type="checkbox"/> Change of Correspondence Address	<input checked="" type="checkbox"/> Other Enclosure(s) (please identify below):
<input type="checkbox"/> Express Abandonment Request	<input type="checkbox"/> Terminal Disclaimer	Return receipt postcard
<input type="checkbox"/> Information Disclosure Statement	<input type="checkbox"/> Request for Refund	
<input type="checkbox"/> Certified Copy of Priority Document(s)	<input type="checkbox"/> CD, Number of CD(s) _____	
<input type="checkbox"/> Reply to Missing Parts/Incomplete Application	<input type="checkbox"/> Landscape Table on CD	
<input type="checkbox"/> Reply to Missing Parts under 37 CFR 1.52 or 1.53	<b>Remarks</b> Enclosed is an Appeal Brief being filed within 60 days of the Notice of Appeal mailed 12/12/2005.	

SIGNATURE OF APPLICANT, ATTORNEY, OR AGENT		
Firm Name	LAW OFFICE OF STEPHEN A. GRATTON	
Signature		
Printed name	Stephen A. Gratton	
Date	January 6, 2006	Reg. No. 28,418

CERTIFICATE OF TRANSMISSION/MAILING		
I hereby certify that this correspondence is being facsimile transmitted to the USPTO or deposited with the United States Postal Service with sufficient postage as first class mail in an envelope addressed to: Commissioner for Patents, P.O. Box 1450, Alexandria, VA 22313-1450 on the date shown below:		
Signature		
Typed or printed name	Stephen A. Gratton	Date 1-6-2006

This collection of information is required by 37 CFR 1.5. The information is required to obtain or retain a benefit by the public which is to file (and by the USPTO to process) an application. Confidentiality is governed by 35 U.S.C. 122 and 37 CFR 1.11 and 1.14. This collection is estimated to 2 hours to complete, including gathering, preparing, and submitting the completed application form to the USPTO. Time will vary depending upon the individual case. Any comments on the amount of time you require to complete this form and/or suggestions for reducing this burden, should be sent to the Chief Information Officer, U.S. Patent and Trademark Office, U.S. Department of Commerce, P.O. Box 1450, Alexandria, VA 22313-1450. DO NOT SEND FEES OR COMPLETED FORMS TO THIS ADDRESS. SEND TO: Commissioner for Patents, P.O. Box 1450, Alexandria, VA 22313-1450.

If you need assistance in completing the form, call 1-800-PTO-9199 and select option 2.



Effective on 12/08/2004.  
Fees pursuant to the Consolidated Appropriations Act, 2005 (H.R. 4818).

# FEE TRANSMITTAL

## For FY 2005

☐ Applicant claims small entity status. See 37 CFR 1.27

TOTAL AMOUNT OF PAYMENT (\$)**500.00**

### Complete if Known

Application Number	08/916,629
Filing Date	08-22-1997
First Named Inventor	CHAD A. COBBLEY
Examiner Name	AFTERGUT, J. H.
Art Unit	1733
Attorney Docket No.	97-0098

### METHOD OF PAYMENT (check all that apply)

☐ Check ☐ Credit Card ☐ Money Order ☐ None ☐ Other (please identify): \_\_\_\_\_  
☒ Deposit Account Deposit Account Number: **07-1857** Deposit Account Name: **Stephen A. Gratton**

For the above-identified deposit account, the Director is hereby authorized to: (check all that apply)

☒ Charge fee(s) indicated below ☐ Charge fee(s) indicated below, except for the filing fee  
☐ Charge any additional fee(s) or underpayments of fee(s) under 37 CFR 1.16 and 1.17 ☐ Credit any overpayments

WARNING: Information on this form may become public. Credit card information should not be included on this form. Provide credit card information and authorization on PTO-2038.

### FEE CALCULATION

#### 1. BASIC FILING, SEARCH, AND EXAMINATION FEES

Application Type	FILING FEES		SEARCH FEES		EXAMINATION FEES		Fees Paid (\$)
	Fee (\$)	Small Entity Fee (\$)	Fee (\$)	Small Entity Fee (\$)	Fee (\$)	Small Entity Fee (\$)	
Utility	300	150	500	250	200	100	
Design	200	100	100	50	130	65	
Plant	200	100	300	150	160	80	
Reissue	300	150	500	250	600	300	
Provisional	200	100	0	0	0	0	

#### 2. EXCESS CLAIM FEES

##### Fee Description

Each claim over 20 (including Reissues)

Fee (\$)	Small Entity Fee (\$)
50	25

Each independent claim over 3 (including Reissues)

200	100
-----	-----

Multiple dependent claims

360	180
-----	-----

Total Claims	Extra Claims	Fee (\$)	Fee Paid (\$)
- 20 or HP =	x	=	

HP = highest number of total claims paid for, if greater than 20.

Indep. Claims	Extra Claims	Fee (\$)	Fee Paid (\$)
- 3 or HP =	x	=	

HP = highest number of independent claims paid for, if greater than 3.

#### 3. APPLICATION SIZE FEE

If the specification and drawings exceed 100 sheets of paper (excluding electronically filed sequence or computer listings under 37 CFR 1.52(e)), the application size fee due is \$250 (\$125 for small entity) for each additional 50 sheets or fraction thereof. See 35 U.S.C. 41(a)(1)(G) and 37 CFR 1.16(s).

Total Sheets	Extra Sheets	Number of each additional 50 or fraction thereof	Fee (\$)	Fee Paid (\$)
- 100 =	/ 50 =	(round up to a whole number) x	=	

#### 4. OTHER FEE(S)

Non-English Specification, \$130 fee (no small entity discount)

Other (e.g., late filing surcharge): **Appeal Brief**

Fees Paid (\$)

**500**

#### SUBMITTED BY

Signature		Registration No. (Attorney/Agent)	<b>28,418</b>	Telephone	<b>303 989 6353</b>
Name (Print/Type)	<b>Stephen A. Gratton</b>	Date	<b>1-6-2006</b>		

This collection of information is required by 37 CFR 1.136. The information is required to obtain or retain a benefit by the public which is to file (and by the USPTO to process) an application. Confidentiality is governed by 35 U.S.C. 122 and 37 CFR 1.14. This collection is estimated to take 30 minutes to complete, including gathering, preparing, and submitting the completed application form to the USPTO. Time will vary depending upon the individual case. Any comments on the amount of time you require to complete this form and/or suggestions for reducing this burden, should be sent to the Chief Information Officer, U.S. Patent and Trademark Office, U.S. Department of Commerce, P.O. Box 1450, Alexandria, VA 22313-1450. DO NOT SEND FEES OR COMPLETED FORMS TO THIS ADDRESS. SEND TO: Commissioner for Patents, P.O. Box 1450, Alexandria, VA 22313-1450.

If you need assistance in completing the form, call 1-800-PTO-9199 and select option 2.

IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE

In re application of:

CHAD A. COBBLEY  
TONGBI JIANG  
ED A. SCHROCK

Serial No. 08/916,629

Art Unit: 1733

Filing Date: 08/22/1997

Examiner: Aftergut, J.H.

For: SEMICONDUCTOR DIE ATTACHMENT  
METHOD AND APPARATUS

Attorney Docket No. 97-0098

**APPELLANT'S APPEAL BRIEF (37 CFR 1.192)**

**January 6, 2006**

Mail Stop Appeal Brief - Patents  
Commissioner For Patents  
P.O. Box 1450  
Alexandria, VA 22313-1450

This Appeal Brief is being filed within 60 days of the Notice of Appeal mailed 12/12/2005, and is accompanied by the \$500 fee under 37 CFR 41.20(b)(2). This Appeal Brief is in response to the rejections contained in the final Office Action mailed 09/12/2005. The claims under appeal are listed in Appendix I.

**1. REAL PARTY IN INTEREST**

The real party in interest in the appeal is Micron Technology Inc., the assignee of record of the patent application.

01/12/2006 EAREGAY1 00000080 071857 08916629

01 FC:1402 500.00 DA

## **2. RELATED APPEALS AND INTERFERENCES**

There are no other appeals or interferences that will directly affect, or be directly affected by, or have a bearing on the Board's decision in this appeal.

## **3. STATUS OF CLAIMS**

Claims 1-20 and 42-44 have been rejected under 35 USC §103(a) as being unpatentable over Krall (US Patent No. 4,713,235) in view of Chorbadjiev et al. (article entitled "The effect of fillers upon properties of electroconductive cyanoacrylate adhesives from the International Journal of Adhesion and Adhesives July 1988), the admitted prior art, either one of Zwick (US Patent No. 5,690,766) or PCT WO 97/06953, and either one of Loctite 410 or Loctite 416, optionally further taken with the state of the prior art as exemplified by at least one of Liang et al. (US Patent No. 5,233,131), Fogal et al. (US Patent No. 5,140,404), Farnworth (US Patent No. 5,218,229), Davis (US Patent No. 5,214,307) and German Patent 4107347.

Claims 21, 22, 40 and 41 have been rejected under 35 USC §103(a) as being unpatentable over the admitted prior art in view of either one of PCT WO/06953 or Zwick (US Patent No. 5,690,766) and further taken with JP 58-196280.

Claims 23-39 have been canceled.

Appendix II includes copies of the references cited in the rejections under 35 USC §103(a).

## **4. STATUS OF AMENDMENTS**

No amendments have been filed subsequent to the final Office Action mailed 09/12/2005.

## 5. SUMMARY OF INVENTION

Claims 1-20 are directed to a method for packaging a semiconductor die (10-Figure 1A). The method (Figure 2) includes the steps of providing a leadframe (14-Figure 1A), and a cyanoacrylate adhesive material formulated to cure in less than about 60 seconds in a temperature of about 20°C to 30°C and an ambient atmosphere (page 8, lines 1-5).

The method (Figure 2) also includes the step of applying a volume of the adhesive material in viscous form to the leadframe or to the die (page 4, lines 18-19; page 7, lines 5-6).

The method (Figure 2) also includes the step of pressing the die and the leadframe together to form an adhesive layer (20-Figure 1B) between the die and the leadframe (page 9, line 35 to page 10, line 2).

The method (Figure 2) also includes the step of polymerizing from 90-100% of the adhesive material without heating the die and the leadframe in less than about 60 seconds (page 7, lines 9-10; page 8, lines 3-5).

Claims 40-41 are directed to essentially the same method using an anaerobic acrylic material, rather than a cyanoacrylate material (page 4, lines 23-24).

Claims 42-44 are directed to essentially the same method using either a cyanoacrylate material or an anaerobic acrylic material having a filler configured to tailor characteristics of the adhesive layer (20-Figure 1B).

The following claim chart summarizes the recitations in the claims.

ClaimsRecitations

- 1-20 Independent claims 1, 6, 12, and 15 each recite a semiconductor packaging method (Figure 2) in which a cyanoacrylate adhesive material is applied to a die (10-Figure 1A) or a leadframe (14-Figure 1A), the die and the leadframe are pressed together to form an adhesive layer (20-Figure 1B) therebetween, and the adhesive layer is polymerized without heating the die and the leadframe in less than sixty seconds.
- 6-11 Independent claim 6 also recites performing the applying step using a die attach system (22-Figure 4), and with a volume of the adhesive selected to provide a selected thickness for the adhesive layer (page 7, lines 32-34).
- 12-14 Independent claim 12 also recites that the leadframe includes a mounting paddle for the die, and the applying step is performed using a die attacher (page 9, line 23).
- 15-20 Independent claim 15 also recites performing the applying step using a system (22-Figure 4) comprising a leadframe feed mechanism (42-Figure 4) for manipulating the leadframe, a vacuum tool (44-Figure 4) for manipulating the die, and a dispensing mechanism (46-Figure 2) for applying the adhesive material.

21-22 Independent claim 21 recites a semiconductor  
40-41 packaging method in which an anaerobic acrylic  
adhesive material is applied to a die or a  
leadframe (page 8, line 7), the die and the  
leadframe are pressed together to form an  
adhesive layer therebetween, and the adhesive  
layer is polymerized without heating the die and  
the leadframe in less than sixty seconds.

42-44 Independent claim 42 recites a semiconductor  
packaging method in which a cyanoacrylate  
adhesive material or an anaerobic acrylic  
material is provided with at least one filler  
configured to tailor a characteristic of the  
material (page 8, lines 29-33). In addition,  
claim 42 recites the steps of applying the  
material to a die or a leadframe using a die  
attacher, pressing the die and the leadframe  
together using the die attacher to form an  
adhesive layer, and then polymerizing the  
adhesive layer without heating the die and the  
leadframe in less than sixty seconds.

## 6. ISSUES

A first issue is whether claims 1-20 and 42-44 are unobvious over Krall (US Patent No. 4,713,235) in view of Chorbadjiev et al., the admitted prior art, either one of Zwick (US Patent No. 5,690,766) or PCT WO 97/06953, and either one of Loctite 410 or Loctite 416, optionally further taken with the state of the prior art as exemplified by at least one of Liang et al. (US Patent No. 5,233,131), Fogal et al. (US Patent No. 5,140,404),

Farnworth (US Patent No. 5,218,229), Davis (US Patent No. 5,214,307) and German Patent 4107347.

A second issue is whether claims 21, 22, 40 and 41 are unobvious over the admitted prior art in view of either one of PCT WO/06953 or Zwick (US Patent No. 5,690,766), and further taken with JP 58196280.

## **7. GROUPING OF CLAIMS**

The following groups of claims are deemed to separately stand or fall together.

Group 1 - Claims 1-5.

Group 2 - Claims 6-11.

Group 3 - Claims 12-14.

Group 4 - Claims 15-20.

Group 5 - Claims 21-22, 40-41.

Group 6 - Claims 42-44.

These groups are for the purpose of simplifying the issues under appeal, and do not constitute an admission that any of the dependent claims of a group are obvious over the art.

## **8. ARGUMENT**

### **FIRST ISSUE - 35 USC §103 Rejections of Claims 1-20 and 42-44**

#### **A. Limitations Not Disclosed Or Suggested By Prior Art**

The 35 USC §103 rejections of claims 1-20 and 42-44 have been traversed because these claims include limitations which are not taught or suggested by the prior art as required MPEP 2142, 2143. In particular, the prior art does not disclose the following limitations.

1. A semiconductor packaging method which includes the steps of providing a cyanoacrylate adhesive formulated to cure in less than sixty seconds at a temperature between



20°C to 30°C, applying the cyanoacrylate adhesive to a die or a leadframe, and then polymerizing the cyanoacrylate adhesive without heating the die and the leadframe in less than about 60 seconds (independent claims 1, 6, 12, 15 and 42). Prior art semiconductor packaging methods do not use a cyanoacrylate adhesive, and teach heating or acoustic vibration of the die and the leadframe over a period of several minutes to cure the adhesive.

2. Using a die attach system or a die attacher in a semiconductor packaging method to apply a cyanoacrylate adhesive and to press the die and the leadframe together (independent claims 6, 12 and 15). Although die attach systems and die attachers are known in the art, they have not heretofore been used with cyanoacrylate adhesives. In addition, these limitations are in combination with the limitations of paragraph 1.

3. Using a cyanoacrylate adhesive in a semiconductor packaging method with a filler configured to tailor a characteristic of the adhesive layer (independent claim 42). Although cyanoacrylate adhesives are used in electronics applications, the present method adapts them to use in semiconductor packaging by the inclusion of fillers. In addition, this limitation is in combination with the limitations of paragraph 1.

#### Primary Reference (Krall)

The primary reference to Krall states at column 1, lines 47-53: "For instance, in the manufacture of electronic micro-chips it has been suggested that MCA may be a useful adhesive for joining contact leads to the chips. Since a major failure mode of electronic chips occurs at the chip-lead interface, it would be advantageous

if such cyanoacrylate adhesives were radiopaque so that the weld could be examined".

Appellant submits that the cited passage from Krall does not disclose or suggest a semiconductor packaging method which includes the steps of providing a cyanoacrylate adhesive formulated to cure in less than sixty seconds at a temperature between 20°C to 30°C, applying the cyanoacrylate adhesive to a die or a leadframe, and polymerizing the cyanoacrylate adhesive without heating the die and the leadframe in less than sixty seconds.

Further, the cited passage from Krall in combination with general semiconductor packaging knowledge, as exemplified by the secondary references, does not disclose or suggest the steps of the present method. In this regard, there is no disclosure in the cited combination of references of providing a cyanoacrylate adhesive with the stated characteristics, applying the cyanoacrylate adhesive to a die or a leadframe, and then polymerizing the cyanoacrylate adhesive without heating the die or the leadframe in less than sixty seconds. Rather, the conventional wisdom in the art is heat curing or vibration curing of an adhesive which does not have the stated characteristics over several minutes or more.

In referring to Krall, the final Office Action mailed 09/12/2005 states: "clearly, the reference to Krall on its face suggested that those skilled in the art of semiconductor manufacture would have been well aware that a cyanoacrylate adhesive would have been useful for attachment of the chip to the leadframe in the manufacture of the electronic components. While the reference does not go on in any further detail of the processing, the artisan

in the art of semiconductor manufacture and the attachment of components to leadframes would have known what was going on in Krall."

Appellant submits that the Examiner is interpreting Krall from the viewpoint of an experienced examiner who has reviewed many issued patents and the present disclosure as well. However, as stated in W. L. Gore & Associates v. Garlock, Inc., 721 F.2d 1540, 220 USPQ 303 (November 14, 1983):

"It is ....necessary that the decision maker... cast the mind back to the time the invention was made (often as here many years) to occupy the mind of one skilled in the art who is presented only with the references and who is normally guided by the then-accepted wisdom in the art.".

Krall was filed on December 16, 1982 and issued on December 15, 1987. The present application was filed on August 22, 1997. During the approximately 10 year interval between the issuance of Krall and the filing of the present application, the conventional wisdom in the art was heat or vibration curing of die attach adhesives over a relatively long period. In addition, no references have been cited in which a cyanoacrylate adhesive is used in a semiconductor packaging method for attaching a die to a leadframe. This suggests that the artisan at the time of the present invention would not automatically interpret Krall as suggesting a semiconductor packaging method in which a semiconductor die is attached to a leadframe using a cyanoacrylate adhesive.

Further, Krall merely states "MCA may be a useful adhesive for joining contact leads to the chips". The statement is a hypothetical, which suggests it may not be possible. In addition, it is not clear what the term "contact leads" refers to in Krall. One skilled in the art at the time of the invention would not necessarily equate contact leads with a leadframe.

Secondary References (Chorbadjiev et al., admitted prior art, Zwick, PCT WO 97/06953, Loctite 410 and Loctite 416)

Chorbadjiev et al. teaches "electroconductive cyanoacrylate adhesives ... for assembly of various electronic components" (page 143, paragraph 1). The cyanoacrylate adhesives include fillers such as Ag, Ni and Mo (page 143, abstract). However, there is no disclosure of a semiconductor packaging method in which a semiconductor die is attached to a leadframe. In addition, the cyanoacrylate adhesives have setting times of from 5-20 minutes (page 143, column 2, second paragraph) rather than less than sixty seconds as presently claimed.

The final Office Action mailed 09/12/2005 states: "The reference to Chorbadjiev clearly provided evidence that the use of cyanoacrylate adhesives would have had a short cure time when used in the manufacture of electronic components". Appellant respectfully disagrees with this interpretation of Chorbadjiev et al. Rather, Chorbadjiev et al. teaches cure times of 5-20 minutes, which is not much shorter than conventional heat cure times, and at least 5 to 20 times greater than the presently claimed cure time of less than sixty seconds.

The admitted art described in the "Background of the Invention" discloses a conventional semiconductor packaging method in which a semiconductor die is attached to a leadframe using an epoxy or a polyimide adhesive (page 3, line 4) or an adhesive tape (page 3, line 17) rather than a cyanoacrylate adhesive. In addition, the admitted art discloses heat curing for a period of thirty minutes to one hour (page 3, lines 13-15), rather than less than sixty seconds without heat, as in the present method. The

admitted art also discloses on page 9, lines 22-26 that automated die attach machines are known in the art.

With respect to the admitted art, the final Office Action mailed 09/12/2005 also states: "The admitted prior art clearly expressed that the cure times of cyanoacrylate adhesives were within the specified times claimed." Admittedly, fast cure times are an inherent characteristic of cyanoacrylate adhesives. However, what is being claimed is a semiconductor packaging method using a cyanoacrylate adhesive formulated to cure in less than sixty seconds, and a polymerizing step performed with no heat in less than sixty seconds. The present invention recognizes that a cyanoacrylate adhesives formulated to cure in less than sixty seconds can be used to advantage in a semiconductor packaging method to perform a polymerizing step in less than sixty seconds without heat.

With respect to the admitted art, the final Office Action mailed 09/12/2005 also states: "the applicant is advised that the die attach system was admitted as known to the artisan as suggested by applicant's admitted prior art at page 9, line 22-page 10, line 2 for example. This has repeatedly been pointed out to applicant and there has been no specific response to the same other than to merely state the references failed to teach the arrangement for attaching the chip to the leadframe." Applicant would respond that the rejected claims are not directed to a die attach system, but to a semiconductor packaging method that employs a die attach system for applying a cyanoacrylate adhesive having the stated characteristics. In addition, the applying step using the die attach system is recited in combination with a polymerizing step performed without heat and in less than sixty seconds. Under 35 USC §103(a), in

evaluating a claim for obviousness, the claim must be taken "as a whole".

Zwick and PCT WO 97/06953 disclose a semiconductor packaging method in which an epoxy adhesive is used to attach a semiconductor die to a leadframe. In addition, Zwick and PCT WO 97/06953 teach vibrating the adhesive using an acoustic speaker to form a thin uniform adhesive layer (Abstract of Zwick). Admittedly a thickness of the adhesive layer is controlled in Zwick and PCT WO 97/06953. However, in the present method a volume of a cyanoacrylate adhesive, rather than vibration of an epoxy adhesive, is used to control the thickness of the resultant adhesive layer. Zwick mentions volume at column 1, line 44 but it is the "volume of epoxy to extrude beneath the chip". In addition, the thickness control limitations in the present claims are in combination with the steps of providing a cyanoacrylate adhesive formulated to cure in less than sixty seconds, and then curing without heat in less than sixty seconds.

Loctite 410 describes cyanoacrylate adhesives for "Bonding rubbers, metals and plastics for use in difficult environments" (page 1, second paragraph). Loctite 416 describes cyanoacrylate adhesives for use in "Bonding a wide range of metals, plastics and elastomeric materials" (page 1, second paragraph). Neither reference discloses a semiconductor packaging method in which a semiconductor die is bonded to a leadframe in less than sixty seconds without heat using a cyanoacrylate adhesive formulated to cure in less than sixty seconds.

The final Office Action mailed 09/12/2005 states: "Additionally, the references to Loctite 410 and 416 clearly expressed that the cure times of cyanoacrylate

adhesives would have been within sixty seconds." Admittedly, fast cure times are an inherent characteristic of cyanoacrylate adhesives. However, the present invention recognizes that the fast cure times of cyanoacrylate adhesives can be employed to advantage in a semiconductor packaging method. There is no suggestion in Loctite 410 and 416 of using cyanoacrylate adhesives or fast cure times in a semiconductor packaging method.

Optional Secondary References (Liang et al., Fogal et al., Farnworth, Davis, German Patent 4107347)

In general, the optional secondary references to Liang et al., Fogal et al., Farnworth, Davis, and German Patent 4107347, were cited as teaching that it is known in the art to bond dice to leadframes using an adhesive and a die attach system.

Liang et al. is directed to a die to leadframe interconnect assembly system using wire bonding. Fogal et al. is directed to a method for manufacturing a semiconductor device using a thermoplastic covered carrier tape and wire bonding. Farnworth is directed to a leadframe having improved busing and die attachment with wire bonding. Davis is directed to a leadframe for wire bonded semiconductor dice having bumps which contact a die to provide a uniform fillet of adhesive. German Patent 4107347 discloses attaching a chip to a leadframe using wire bonding.

However, with respect to the presently claimed polymerizing step, the conventional wisdom in the art at the time of the present invention was to perform a polymerizing step by either heat or vibration using curing times of minutes rather than seconds. (See for example,

column 1, line 55 of Davis, and column 5, lines 39-42 of Farnworth.) In view of this major difference, the presently claimed method exhibits an insight running contrary to the teachings of the prior art, which is indicative of the unobviousness of the present claims.

#### **B. No Incentive To Combine References**

The 35 USC §103(a) rejections of claims 1-20 and 42-44 are traversed because one skilled in the art at the time of the invention would have no incentive to combine the cited references in the manner of the final Office Action 09/12/2005 as required MPEP 2142, 2143.

With regard to the motivation to combine references the Office Action dated 07/24/2004 states: "It would have been obvious to one of ordinary skill in the art at the time of the invention was made to utilize a cyanoacrylate adhesive to join leads of a leadframe to a semiconductor chip as such was suggested by Krall wherein the cyanoacrylate adhesive would have been known to incorporate an electrically conductive filler therein in order to facilitate electrical conductivity whereby such an adhesive had a quick cure time as evidenced by Chorbadjiev et al. and wherein the adhesive was known to have had a cure time within less than one minute at room temperature as suggested by the applicant's admitted prior art and either one of Loctite 410 or Loctite 416 wherein the processing for attach the die to the leadframe utilized commercially available and conventional components for facilitating the automated placement of the die to the leadframe as admitted were known by applicant's admitted prior art."

However, Krall is non analogous art. In this regard, Krall is directed to "Radiopaque Cyanoacrylates" for



medical procedures. As such, Krall is not in the field of semiconductor packaging, and does not relate to the problem of attaching a semiconductor die to a leadframe. In re Clay, 966 F.2d 656, 658-59, 23 USPQ2d 1058, 1060 (Fed. Cir. 1992); In re Deminski, 796 F.2d 436, 442, 230 USPQ 313,315 (Fed. Cir. 1986).

Rather, Krall is in the medical field, and relates to the problem of making a radiopaque cyanoacrylate for medical applications (column 1, lines 56-59). Accordingly, one skilled in the art of semiconductor packaging at the time of the invention would have no presumed knowledge of Krall, and would have no incentive to combine Krall with semiconductor packaging art.

## **SECOND ISSUE - 35 USC §103 Rejections of Claims 21-22 and 40-41**

### **A. Limitations Not Disclosed Or Suggested By Prior Art**

The 35 USC §103 rejections of claims 21-22 and 40-41 have been traversed because these claims include limitations which are not taught or suggested by the art as required MPEP 2142, 2143.

1. A semiconductor packaging method which includes the steps of providing an anaerobic acrylic adhesive material formulated to cure in less than sixty seconds at a temperature between 20°C to 30°C, applying the anaerobic acrylic adhesive material to a die or a leadframe, and then polymerizing the anaerobic acrylic adhesive material without heating the die and the leadframe in less than about 60 seconds.

2. Using a die attach system to perform an applying step using an anaerobic acrylic adhesive material.

### Prior Art

The 35 USC §103 rejections of claims 21-22 and 40-41 are based on the combination of the admitted art, PCT WO/06953 or Zwick, and further taken with JP 58-196280.

The admitted art was cited as teaching "that it was known to join a chip to a leadframe with an epoxy adhesive" (Office Action mailed 07/26/2004). The admitted art was also cited as teaching "conventional die attach systems" (Office Action mailed 07/26/2004). The admitted art was also cited as teaching that anaerobic acrylic adhesives are known to have a cure time of "less than sixty seconds" (Office Action mailed 07/26/2004). Admittedly, anaerobic adhesives are known to have quick cure times. However, the conventional wisdom in the art is heat or vibration curing of an adhesive in time periods of several minutes or more.

PCT WO/06953 and Zwick were cited as teaching thickness control using volume of adhesive (Office Action mailed 12/06/2004). As discussed in the previous rejections under 35 USC §103, PCT WO/06953 and Zwick disclose a semiconductor packaging method in which an epoxy adhesive is used to attach a semiconductor die to a leadframe. In addition, PCT WO 97/06953 and Zwick teach vibrating the adhesive using an acoustic speaker to form a thin uniform adhesive layer (Abstract of Zwick). Further, PCT WO 97/06953 and Zwick mention volume of adhesive but in the context of "the volume of epoxy to extrude from beneath the chip" (column 1, lines 43-44).

JP 58-196280 is directed to a method for connecting parts in which an electrically conductive paste 8 (Figure 2) containing an anaerobic adhesive is used to attach a semiconductor die (part 1-Figure 2) to conductor patterns 6, 7 on a printed circuit board 2 (Figure 2). In addition,

the electrically conductive paste 8 (Figure 2) includes an electrically conductive component such as Ag, Ni or Pb (abstract).

However, the combination of references does not disclose or suggest a semiconductor packaging method in which an anaerobic acrylic adhesive material formulated to cure in less than sixty seconds and a temperature between 20°C to 30°C is applied to a die or a leadframe, and a polymerizing step is performed without heat in less than sixty seconds.

#### **B. No Incentive To Combine References**

The 35 USC §103(a) rejections of claims 21-22 and 40-41 have been traversed because one skilled in the art at the time of the invention would have no incentive to combine the cited references in the manner of the Office Action as required MPEP 2142, 2143.

The Office Action mailed 12/06/2004 states: "It would have been obvious to employ the quick curing adhesives of Japanese Patent '280 in the operation of joining a chip to a leadframe as such use of anaerobic adhesives would have sped up productivity where the processing included the use of conventional die attachment operations such as those admitted by applicant's admitted prior art wherein the adhesive would have been applied in an amount such that the final thickness of the adhesive was between 0.2 and 2.0 mils in thickness as suggested by either one of Zwick or PCT WO 97/06953."

However the proposed incentive must come from "the references themselves or the knowledge generally available to one of ordinary skill in the art" MPEP 2142, 2143. The statement that "anaerobic adhesives would have sped up

productivity" has no basis in the art or in the knowledge available to one skilled in the art.

## **9. Appendix I - Appealed Claims**

1. (previously presented) A method for packaging a semiconductor die comprising:

providing a leadframe;

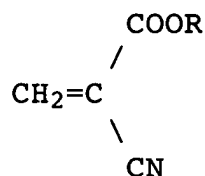
providing a cyanoacrylate adhesive material formulated to cure in less than about 60 seconds in a temperature of about 20°C to 30°C and an ambient atmosphere;

applying a volume of the adhesive material in viscous form to the leadframe or to the die;

pressing the die and the leadframe together to form an adhesive layer between the die and the leadframe; and

polymerizing from 90-100% of the adhesive material without heating the die and the leadframe in less than about 60 seconds.

2. (previously presented) The method of claim 1 wherein the adhesive material has the formula:



wherein R comprises a hydrocarbon group.

3. (previously presented) The method of claim 1 further comprising applying a catalyst to the leadframe, to the die, or to the adhesive material prior to the polymerizing step.

4. (previously presented) The method of claim 1 wherein the volume is selected to form the adhesive layer with a selected thickness.

5. (previously presented) The method of claim 1 wherein the volume contains about 0.0025 to 0.0011 grams of the adhesive material.

6. (previously presented) A method for packaging a semiconductor die comprising:

providing a leadframe;

providing a cyanoacrylate adhesive material formulated to cure in less than about 60 seconds at a temperature of about 20°C to 30°C and in an ambient atmosphere;

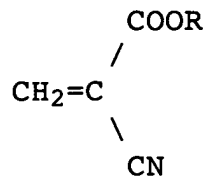
providing a system configured to apply a volume of the adhesive material to the leadframe or to the die and to place the die in contact with the leadframe with a pressure;

applying the volume of the adhesive material in viscous form to the leadframe or to the die using the system;

placing the die on the leadframe using the system with the adhesive material compressed between the die and the leadframe to form an adhesive layer therebetween, and the volume selected to form the adhesive layer with a selected thickness; and

polymerizing from 90% to 100% of the adhesive material without heating the die and the leadframe in less than about 60 seconds.

7. (previously presented) The method of claim 6 wherein the adhesive material has the formula:



wherein R comprises a hydrocarbon group.

8. (previously presented) The method of claim 6 wherein the system comprises a die attach machine.

9. (previously presented) The method of claim 6 wherein the system includes a dispensing mechanism configured to form a plurality of dots of the adhesive material on the leadframe.

10. (previously presented) The method of claim 6 wherein the adhesive material includes an electrically conductive filler comprising a material selected from the group consisting of Ag, Ni and Fe.

11. (previously presented) The method of claim 6 wherein the volume contains about 0.0025 to 0.0011 grams of the adhesive material.

12. (previously presented) A method for packaging a semiconductor die comprising:

providing a leadframe comprising a mounting paddle;

providing an adhesive material in viscous form comprising a cyanoacrylate adhesive formulated to cure in less than about 60 seconds at a temperature of about 20°C to 30°C and in an ambient atmosphere;

providing a die attach machine configured to align the die to the mounting paddle, to apply the adhesive material to the mounting paddle and to press the die and the mounting paddle together with the adhesive material therebetween;

applying a volume of the adhesive material to the mounting paddle using the die attach machine;

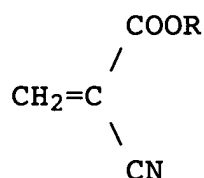
pressing the die on the adhesive material with a pressure using the die attach machine; and

polymerizing from 90-100% of the adhesive material without heating the die and the leadframe at the

temperature and in the ambient atmosphere in less than about 60 seconds.

13. (previously presented) The method of claim 12 wherein following the polymerizing step the adhesive material comprises an adhesive layer having a selected thickness.

14. (previously presented) The method of claim 12 wherein the adhesive material has the formula:



wherein R comprises a hydrocarbon group.

15. (previously presented) A method for packaging a semiconductor die comprising:

providing a leadframe;

providing a cyanoacrylate adhesive material formulated to cure in less than about 60 seconds at a temperature of about 20°C to 30°C and in an ambient atmosphere;

providing a system comprising a leadframe feed mechanism for manipulating the leadframe, a vacuum tool for manipulating the die, and a dispensing mechanism for applying the adhesive material;

applying a volume of the adhesive material in viscous form to the leadframe or to the die using the system;

placing the die on the leadframe with the adhesive material compressed between the die and the leadframe using the system; and

polymerizing from 90-100% of the adhesive material without heating the die and the leadframe in less than about 60 seconds.

16. (previously presented) The method of claim 15 wherein the system comprises a die attacher.

17. (previously presented) The method of claim 16 wherein the adhesive material comprises a filler comprising a material selected from the group consisting of  $\text{SiO}_2$ ,  $\text{Al}_2\text{O}_3$ ,  $\text{AlN}$ ,  $\text{Ag}$ ,  $\text{Ni}$ ,  $\text{Fe}$ ,  $\text{SiC}$ , and polystyrene coated  $\text{Ni}$ .

18. (previously presented) The method of claim 16 wherein the leadframe comprises a mounting paddle for supporting the die and the applying step comprises applying the adhesive material to the mounting paddle.

19. (previously presented) The method of claim 16 wherein the leadframe comprises a lead-on-chip leadframe comprising a plurality of lead fingers configured for wire bonding to the die and for supporting the die.

20. (previously presented) The method of claim 16 wherein the volume is selected to form an adhesive layer of a selected thickness.

21. (previously presented) A method for packaging a semiconductor die comprising:

providing a leadframe;

providing an adhesive material comprising an anaerobic acrylic formulated to cure in less than about 60 seconds at a temperature of about  $20^\circ\text{C}$  to  $30^\circ\text{C}$  and in an ambient atmosphere;

applying a volume of the adhesive material in viscous form to the leadframe or to the die;

placing the die on the leadframe with the adhesive material compressed between the die and the leadframe to form an adhesive layer; and



polymerizing from 90-100% of the adhesive material without heating the die and the leadframe in less than about 60 seconds.

22. (previously presented) The method of claim 21 wherein the applying step and the placing step are performed using a system comprising a leadframe feed mechanism for manipulating the leadframe, a vacuum tool for manipulating the die, and a dispensing mechanism for applying the volume of the adhesive material.

Claims 23-39 (canceled)

40. (previously presented) The method of claim 21 further comprising applying a catalyst to the leadframe, to the die, or to the adhesive material prior to the polymerizing step.

41. (previously presented) The method of claim 21 wherein the leadframe comprises a lead-on-chip leadframe comprising a plurality of lead fingers configured for wire bonding to the die and for supporting the die.

42. (previously presented) A method for packaging a semiconductor die comprising:

- providing a leadframe;

- providing an adhesive material comprising a cyanoacrylate adhesive or an anaerobic acrylic formulated to cure in less than about 60 seconds at a temperature of about 20°C to 30°C and in an ambient atmosphere;

- providing a filler in the adhesive material selected to tailor a characteristic of the adhesive material;

- providing a die attach machine configured to align the die to the leadframe, to apply the adhesive material to the leadframe, and to press the die and the lead fingers

together with the adhesive material therebetween with a pressure;

applying a volume of the adhesive material in viscous form to the lead fingers using the die attach machine;

pressing the die and the leadframe together with the adhesive material in contact with the die and the leadframe using the die attach machine; and

polymerizing from 90-100% of the adhesive material without heating the die and the leadframe at the temperature and in the ambient atmosphere in less than about 60 seconds.

43. (previously presented) The method of claim 42 wherein the filler comprises an electrically insulating material or an electrically conductive material.

44. (previously presented) The method of claim 42 wherein the volume is selected to form an adhesive layer with a selected thickness.

## **Appendix II - REFERENCES CITED IN 35 USC §103 REJECTIONS**

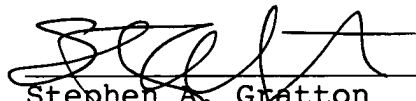
1. Krall (US Patent No. 4,713,235)
2. Chorbadjiev et al. ((article entitled "The effect of fillers upon properties of electroconductive cyanoacrylate adhesives from the International Journal of Adhesion and Adhesives July 1988)
3. Zwick (US Patent No. 5,690,766)
4. Zwick (PCT WO 97/06953)
5. Loctite 410 (Product Description Sheet)
6. Loctite 416 (Product Description Sheet)
7. Liang et al. (US Patent No. 5,233,131)
8. Fogal et al. (US Patent No. 5,140,404)
9. Farnworth (US Patent No. 5,218,229)
10. Davis (US Patent No. 5,214,307)
11. German Patent No. DE 4107347
12. Japanese Patent No. 58-196280

**Conclusion**

In view of the foregoing arguments, Appellant submits the rejections of claims 1-22 and 40-44 are not proper. Appellant thus requests reversal of the rejections, and allowance of claims 1-22 and 40-44.

DATED this 6th day of January, 2006.

Respectfully submitted:


  
\_\_\_\_\_  
Stephen A. Gratton  
Registration No. 28,418  
Attorney for Appellant

2764 South Braun Way  
Lakewood, CO 80228  
Telephone: (303) 989 6353  
Fax: (303) 989 6538

**CERTIFICATE OF MAILING UNDER 37 C.F.R. §1.8**

I hereby certify that this correspondence is being deposited with the United States Postal Service with sufficient postage as First Class mail in an envelope addressed to: Mail Stop Appeal Brief - Patents, Commissioner For Patents, PO BOX 1450, Alexandria, VA 22313-1450 on this 6th day of January, 2006.

January 6, 2006  
Date of Signature

  
\_\_\_\_\_  
Stephen A. Gratton, Attorney for Appellant



## INTERNATIONAL APPLICATION PUBLISHED UNDER THE PATENT COOPERATION TREATY (PCT)

(51) International Patent Classification <sup>6</sup> : B32B 31/00	A1	(11) International Publication Number: WO 97/06953 (43) International Publication Date: 27 February 1997 (27.02.97)
---	----	--

(21) International Application Number: PCT/US96/13226

(22) International Filing Date: 16 August 1996 (16.08.96)

(30) Priority Data:  
08/515,863 16 August 1995 (16.08.95) US

(71) Applicant: THE TRUSTEES OF THE UNIVERSITY OF PENNSYLVANIA [US/US]; Suite 300, 3700 Market Street, Philadelphia, PA 19104 (US).

(72) Inventor: ZWICK, Kenneth, John; 1215 B Waverly Walkway, Philadelphia, PA 19147 (US).

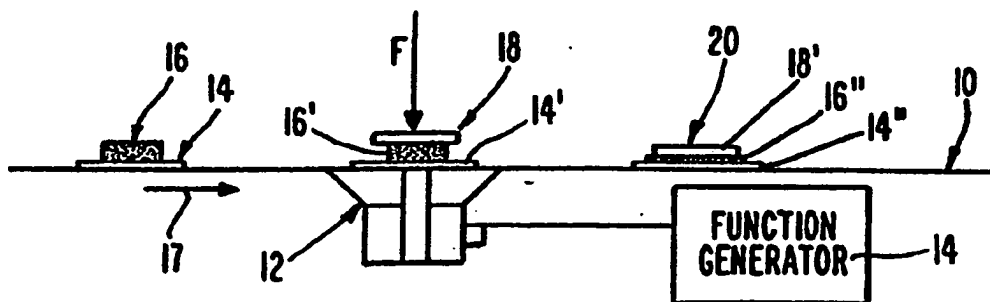
(74) Agents: ROCCI, Steven, J. et al.; Woodcock Washburn Kurtz Mackiewicz &amp; Norris, 46th floor, One Liberty Place, Philadelphia, PA 19103 (US).

(81) Designated States: AL, AM, AT, AU, AZ, BB, BG, BR, BY, CA, CH, CN, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, GB, GR, HU, IL, IS, JP, KE, KG, KP, KR, KZ, LK, LR, LS, LT, LU, LV, MD, MG, MK, MN, MW, MX, NO, NZ, PL, PT, RO, RU, SD, SE, SG, SI, SK, TJ, TM, TR, TT, UA, UG, UZ, VN, ARIPO patent (KE, LS, MW, SD, SZ, UG), Eurasian patent (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), European patent (AT, BE, CH, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE), OAPI patent (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

## Published

With international search report.  
With amended claims.

(54) Title: METHOD AND APPARATUS FOR BONDING MICROELECTRONIC CHIPS



## (57) Abstract

Disclosed is a die bonding system comprising a conveyor (10), a speaker (12) and a function generator (14). The conveyor (10) carries a leadframe (14) bearing a prescribed quantity of die bonding epoxy (16). At a station situated above the speaker (12), a chip (18) is pressed down with a force F onto the epoxy and leadframe. While this force is being applied, the function generator (14) excites the speaker (12) to generate an acoustic signal sufficient to effect the vibration of the epoxy relative to the leadframe at a frequency of about 250 Hz and an amplitude of approximately 10 to 50  $\mu\text{m}$ , preferably 20  $\mu\text{m}$ . Such a vibration causes the epoxy to flow freely to a thin, uniform thickness, and thus permits the chip to be quickly bonded to the leadframe with a small force.

**FOR THE PURPOSES OF INFORMATION ONLY**

Codes used to identify States party to the PCT on the front pages of pamphlets publishing international applications under the PCT.

AM	Armenia	GB	United Kingdom	MW	Malawi
AT	Austria	GE	Georgia	MX	Mexico
AU	Australia	GN	Guinea	NE	Niger
BB	Barbados	GR	Greece	NL	Netherlands
BE	Belgium	HU	Hungary	NO	Norway
BF	Burkina Faso	IE	Ireland	NZ	New Zealand
BG	Bulgaria	IT	Italy	PL	Poland
BJ	Benin	JP	Japan	PT	Portugal
BR	Brazil	KE	Kenya	RO	Romania
BY	Belarus	KG	Kyrgyzstan	RU	Russian Federation
CA	Canada	KP	Democratic People's Republic of Korea	SD	Sudan
CF	Central African Republic	KR	Republic of Korea	SE	Sweden
CG	Congo	KZ	Kazakhstan	SG	Singapore
CH	Switzerland	LI	Liechtenstein	SI	Slovenia
CI	Côte d'Ivoire	LK	Sri Lanka	SK	Slovakia
CM	Cameroon	LR	Liberia	SN	Senegal
CN	China	LT	Lithuania	SZ	Swaziland
CS	Czechoslovakia	LU	Luxembourg	TD	Chad
CZ	Czech Republic	LV	Latvia	TG	Togo
DE	Germany	MC	Monaco	TJ	Tajikistan
DK	Denmark	MD	Republic of Moldova	TT	Trinidad and Tobago
EE	Estonia	MG	Madagascar	UA	Ukraine
ES	Spain	ML	Mali	UG	Uganda
FI	Finland	MN	Mongolia	US	United States of America
FR	France	MR	Mauritania	UZ	Uzbekistan
GA	Gabon			VN	Viet Nam

## METHOD AND APPARATUS FOR BONDING MICROELECTRONIC CHIPS

### FIELD OF THE INVENTION

The present invention relates generally to the  
5 field of bonding processes, and more particularly to die  
bonding of microelectronic chips.

### BACKGROUND OF THE INVENTION

In microelectronic packages, two important  
functions are served by the die bond adhering the chip to  
10 the metal leadframe. First, the bond holds the chip  
securely in place so that electrical connections can be made  
in a subsequent operation. Second, the bond provides a path  
for conducting the heat generated by the chip to the  
leadframe, whence it is dissipated to the surroundings. The  
15 bond must be thin, uniform, and complete to avoid the  
development of hot spots on the chips, which may lead to  
thermal failure of the entire device. A silver-filled epoxy  
compound is commonly used as the bonding material, primarily  
because of its good thermal conductivity.

20 The die bonding process typically involves placing  
several drops of epoxy on the leadframe and then pressing  
the chip onto the leadframe with a constant force until a  
thin and uniform bond is achieved. This process takes a few  
tenths of a second with a 5 mm x 5 mm chip, and the bond  
25 thickness is typically 25  $\mu\text{m}$ . However, with increasing  
levels of circuit integration, the chips are becoming larger  
(e.g., up to 15 mm x 15 mm) and the time necessary to  
achieve the desired bond thickness is increasing

- 2 -

significantly. With very large chips, the desired bond thickness may, in fact, never be achieved. There are several reasons for this difficulty. Although improvements in die bonding machinery have decreased the time necessary to pick and place the chips and to dispense the epoxy in carefully controlled amounts, the extrusion or squeezing of the epoxy is still problematic. In view of the thinness of the chips, the force applied for epoxy extrusion cannot be increased beyond a certain limiting value in order to avoid chip material damage. Although newer chips have a larger surface area, they are not necessarily thicker and consequently can be more fragile. With a given magnitude of force and a chip size  $L$ , the pressure which drives the flow varies as  $1/L^2$ . Further, as the chip size increases, the volume of epoxy to extrude from beneath the chip varies as  $L^2$ , but the area through which the epoxy extrudes (the outer edge of the die) varies only as  $L$ . Therefore, higher flow velocities and shear rates are necessary to complete the die bonding process.

One method of increasing the speed of the bonding process is to scrub the chip tangentially to the leadframe surface while applying a constant pressure. The scrubbing step involves moving the chip in a plane parallel to the leadframe surface, and often causes the epoxy to flow more easily. A major problem with this process is that the chip must be gripped from the sides with a collet so that a tangential force may be imparted during scrubbing. Chips that are very thin and fragile are often damaged during this process.

U.S. Patent No. 4,145,390, March 20, 1979, titled "Process for Mounting Components on a Base by Means of a Thixotropic Material," discloses a bonding process whereby a thixotropic bonding material is vibrated, at an unspecified frequency in the range 1 Hz to 10 kHz and at a suggested amplitude of 0.5 mm (500  $\mu$ m), to increase the liquification of the thixotropic material. It is believed that this process is similar to, and suffers the same disadvantages



- 3 -

of, the scrubbing process described above, in that the chip must be gripped from the sides so that the tangential vibrational force may be applied. Further, it is believed that the suggested vibrational amplitude of 500  $\mu\text{m}$  is too large for many applications and will result in an unacceptably large number of damaged chips.

#### SUMMARY OF THE INVENTION

Accordingly, an object of the present invention is to provide an improved system for die bonding microelectronic chips at a high speed without increasing the risk of damaging the chips.

According to the present invention, a method or system for bonding an integrated circuit chip to a lead frame comprises the steps of, or means for, applying an adhesive to a surface of the lead frame, pressing the chip onto the surface on which the adhesive is applied, and inducing vibrations of a predetermined frequency and amplitude in at least the leadframe. The vibrations are induced with an acoustic source so that the adhesive rheology is temporarily changed *in situ*. This permits the adhesive to flow to a predetermined thickness as the chip is pressed to a predetermined distance from the leadframe.

According to the invention, the epoxy rheology is changed temporarily *in situ* so that the epoxy flows more easily. This step may be performed by placing a device comprising a small speaker driven by a function generator beneath the leadframes as the chips are being pressed down onto the leadframes. If the leadframes are vibrated with a small amplitude motion caused by the acoustic pressure from the speaker, e.g., at a frequency of approximately 250 Hz and an amplitude of approximately 10-50  $\mu\text{m}$ , and preferably about 20  $\mu\text{m}$ , the epoxy will flow a great deal more freely. Calculations and experiments show that the flow time is greatly reduced for most chip sizes and forces. With the prior art, the largest chips must be die bonded by hand because a simple constant force will not extrude the epoxy

- 4 -

down to a thin enough film. Using the present invention, even the larger chips can be bonded automatically.

The risk of damaging the chip is small with the small amplitude, mid-frequency vibration employed by the invention. Moreover, the vibration is preferably applied to the leadframe side of the chip/leadframe assembly, and most of it is absorbed in the epoxy, so the chip is not overly stressed. Further, with the low frequency, the required energy is relatively low.

Other features of the invention are described below.

#### BRIEF DESCRIPTION OF THE DRAWINGS

The figure depicts a presently preferred embodiment of a die bonding system in accordance with the present invention.

#### DETAILED DESCRIPTION OF PREFERRED EMBODIMENTS

As shown in the drawing, a presently preferred embodiment of the invention comprises a conveyor 10, a speaker 12 and a function generator 14 arranged as shown. The conveyor 10 carries a leadframe 14 bearing a prescribed quantity of die bonding epoxy 16 from left to right, as indicated by the arrow 17. At a station situated above the speaker 12, a chip 18 is pressed down with a force  $F$  onto the epoxy and leadframe, which are now labelled with reference numerals 14' and 16'. The amount of force  $F$  is about 2 N. While this force is being applied, the function generator 14 excites the speaker 12 to generate an acoustic signal sufficient to effect the vibration of the epoxy 16' relative to the leadframe 14' at a frequency of about 250 Hz and an amplitude of approximately 20  $\mu\text{m}$ . The present inventor has discovered that such a vibration will cause the epoxy to flow freely to a thin, uniform thickness, and thus will permit the chip 18 to be quickly bonded to the leadframe with a small force. The completed assembly 20 is

- 5 -

then carried away from the bonding station so that the process can be repeated with other parts.

By increasing the efficiency of the die bonding process, by reducing the damaged parts and the time needed to perform the process, the present invention could more than double the throughput of a die bonder making large chip packages. Such machines cost on the order of \$300,000. Therefore, the invention offers a potential savings of \$300,000 per machine installed.

As mentioned, the present invention provides a way of temporarily changing the epoxy rheology *in situ* so that the epoxy flows more easily, without gripping the chip. To the inventor's knowledge, no such method of flow enhancement has been employed previously in the microelectronics industry. The phenomenon underlying the invention is not limited to die bonding epoxy, but rather seems to affect fluids generally known as yield stress fluids. The effect has been demonstrated on die bonding epoxy, toothpaste, and mustard (for example, at about 275 Hz, the yield stress of mustard is so reduced that it becomes nearly Newtonian), but appears to be absent in Newtonian fluids such as oil and honey.

Variations and modifications of the particulars described above within the true spirit of the invention will be apparent to those skilled in the art in view of the present disclosure, and therefore, except as they may be expressly so limited, the scope of protection of the following claims is not limited to the particulars described above.

- 6 -

I claim:

1. A method of bonding an integrated circuit chip to a lead frame, comprising the steps of:  
applying an adhesive to a surface of said lead  
5 frame;  
pressing the chip onto said surface on which the adhesive is applied; and  
inducing, with an acoustic source, vibrations of a predetermined frequency and amplitude in at least said  
10 leadframe, whereby the adhesive rheology is temporarily changed *in situ* so that the adhesive flows to a predetermined thickness to permit the chip to be pressed to a predetermined distance from said leadframe.
2. The method recited in claim 1 wherein said  
15 adhesive comprises an epoxy compound.
3. The method recited in claim 1 wherein the pressing step comprises pressing the chip onto said surface with a constant force.
4. The method recited in claim 1 wherein said  
20 step of inducing vibrations in at least said leadframe comprises subjecting at least said leadframe to acoustic pressure waves characterized by a frequency of approximately 250 Hz and an amplitude of approximately 10-50  $\mu\text{m}$ .
5. The method recited in claim 4 wherein the  
25 acoustic pressure waves are generated by a speaker.
6. The method recited in claim 5 wherein said adhesive comprises an epoxy compound, and the pressing step comprises pressing the chip onto said surface with a constant force.

- 7 -

7. A die bonding system for bonding an integrated circuit chip to a surface of a leadframe, wherein an adhesive is carried on said surface, comprising:  
means for pressing the chip onto said surface on  
5 which the adhesive is applied; and  
means for inducing, with an acoustic source, vibrations of a predetermined frequency and amplitude in at least said leadframe, whereby the adhesive rheology is temporarily changed *in situ* so that the adhesive flows to a  
10 predetermined thickness to permit the chip to be pressed to a predetermined distance from said leadframe.

8. The system recited in claim 7 wherein said adhesive comprises an epoxy compound.

9. The system recited in claim 7 wherein the  
15 means for pressing comprises means for pressing the chip onto said surface with a constant force.

10. The system recited in claim 7 wherein said means for inducing vibrations in at least said leadframe subjects at least said leadframe to acoustic pressure waves  
20 characterized by a frequency of approximately 250 Hz and an amplitude of approximately 10-50  $\mu\text{m}$ .

11. The system recited in claim 10 wherein said means for inducing vibrations comprises a speaker.

12. The system recited in claim 11 wherein said  
25 means for inducing vibrations further comprises a function generator operatively coupled to said speaker.

13. The system recited in claim 12 wherein said adhesive comprises an epoxy compound, and said means for pressing comprises means for pressing the chip onto said  
30 surface with a constant force.

- 8 -

14. A process for die bonding a microelectronic chip to a leadframe with an adhesive characterized as a yield stress fluid, comprising the steps of temporarily changing *in situ* the rheology of said adhesive without  
5 gripping said chip, and pressing said chip so that said adhesive flows to a predetermined thickness and said chip is positioned a predetermined distance from said leadframe.

15. The process recited in claim 14 comprising inducing acoustic vibrations of a predetermined frequency  
10 and amplitude in at least said leadframe.

16. The process recited in claim 15 wherein said predetermined frequency is approximately 250 Hz.

17. The process recited in claim 15 wherein said predetermined amplitude is approximately 10-50  $\mu\text{m}$ .

18. The process recited in claim 16 wherein said  
15 predetermined amplitude is approximately 10-50  $\mu\text{m}$ .

19. The process recited in claim 17 wherein said predetermined amplitude is approximately 20  $\mu\text{m}$ .

20. The process recited in claim 18 wherein said  
20 predetermined amplitude is approximately 20  $\mu\text{m}$ .

21. The method recited in claim 4 wherein said predetermined amplitude is approximately 20  $\mu\text{m}$ .

22. The system recited in claim 10 wherein said predetermined amplitude is approximately 20  $\mu\text{m}$ .

## AMENDED CLAIMS

[received by the International Bureau on 12 December 1996 (12.12.96);  
original claims 1, 4, 5, 7, 10, 11, 14 and 21 amended;  
remaining claims unchanged (5 pages)]

1. A method of bonding an integrated circuit  
chip to a lead frame, comprising the steps of:  
applying an adhesive to a surface of said lead  
5 frame;  
pressing the chip onto said surface on which the  
adhesive is applied; and  
inducing, with an acoustic source, vibrations of a  
predetermined frequency and amplitude in at least said  
10 leadframe, said amplitude being approximately 10-50  $\mu\text{m}$ ,  
whereby the adhesive rheology is temporarily changed *in situ*  
so that the adhesive flows to a predetermined thickness to  
permit the chip to be pressed to a predetermined distance  
from said leadframe.  
15
2. The method recited in claim 1 wherein said  
adhesive comprises an epoxy compound.
3. The method recited in claim 1 wherein the  
20 pressing step comprises pressing the chip onto said surface  
with a constant force.
4. The method recited in claim 1 wherein said  
step of inducing vibrations in at least said leadframe  
25 further comprises subjecting at least said leadframe to  
acoustic pressure waves characterized by a frequency of  
approximately 250 Hz and an amplitude of approximately 20  
 $\mu\text{m}$ .
- 30 5. The method recited in claim 1 wherein the  
acoustic pressure waves are generated by a speaker situated  
such that said acoustic waves induce a vibrational force in  
said adhesive and chip, said force being substantially  
perpendicular to the chip surface in contact with said  
35 adhesive.

- 10 -

6. The method recited in claim 5 wherein said adhesive comprises an epoxy compound, and the pressing step comprises pressing the chip onto said surface with a constant force.

5



- 11 -

7. A die bonding system for bonding an integrated circuit chip to a surface of a leadframe, wherein an adhesive is carried on said surface, comprising:  
means for pressing the chip onto said surface on  
5 which the adhesive is applied; and  
means for inducing, with an acoustic source, vibrations of a predetermined frequency and amplitude in at least said leadframe, said amplitude being approximately 10-50  $\mu\text{m}$ , whereby the adhesive rheology is temporarily changed  
10 in situ so that the adhesive flows to a predetermined thickness to permit the chip to be pressed to a predetermined distance from said leadframe.

8. The system recited in claim 7 wherein said  
15 adhesive comprises an epoxy compound.

9. The system recited in claim 7 wherein the means for pressing comprises means for pressing the chip onto said surface with a constant force.  
20

10. The system recited in claim 7 wherein said means for inducing vibrations in at least said leadframe subjects at least said leadframe to acoustic pressure waves characterized by a frequency of approximately 250 Hz and an  
25 amplitude of approximately 20  $\mu\text{m}$ .

11. The system recited in claim 7 wherein said means for inducing vibrations comprises a speaker situated such that said acoustic waves induce a vibrational force in  
30 said adhesive and chip that is substantially perpendicular to the surface of said chip in contact with said adhesive.

12. The system recited in claim 11 wherein said means for inducing vibrations further comprises a function  
35 generator operatively coupled to said speaker.

- 12 -

13. The system recited in claim 12 wherein said adhesive comprises an epoxy compound, and said means for pressing comprises means for pressing the chip onto said surface with a constant force.

- 13 -

14. A process for die bonding a microelectronic chip to a leadframe with an adhesive characterized as a yield stress fluid, comprising the steps of temporarily changing *in situ* the rheology of said adhesive without  
5 gripping said chip by inducing a vibrational force in a direction which is substantially perpendicular to a surface of said chip which is in contact with said adhesive, and pressing said chip so that said adhesive flows to a predetermined thickness and said chip is positioned a  
10 predetermined distance from said leadframe.

15. The process recited in claim 14 comprising inducing acoustic vibrations of a predetermined frequency and amplitude in at least said leadframe.  
15

16. The process recited in claim 15 wherein said predetermined frequency is approximately 250 Hz.

17. The process recited in claim 15 wherein said  
20 predetermined amplitude is approximately 10-50  $\mu\text{m}$ .

18. The process recited in claim 16 wherein said predetermined amplitude is approximately 10-50  $\mu\text{m}$ .

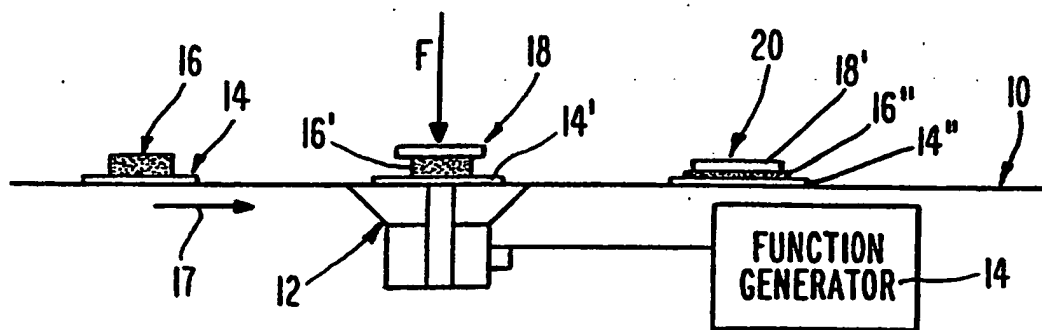
25 19. The process recited in claim 17 wherein said predetermined amplitude is approximately 20  $\mu\text{m}$ .

20. The process recited in claim 18 wherein said predetermined amplitude is approximately 20  $\mu\text{m}$ .  
30

21. The process recited in claim 5, wherein said predetermined amplitude is approximately 20  $\mu\text{m}$ .

22. The system recited in claim 10 wherein said  
35 predetermined amplitude is approximately 20  $\mu\text{m}$ .

1/1

***Fig. 1***

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.  
PCT/US96/13226

## A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

IPC(6) :B32B 31/00

US CL :156/73.6,580

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

## B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

U.S. : 156/73.1,73.5,73.6,580,580.1,580.2

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

## C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	US, A, 4,145,390 (ZSCHIMMER) 20 March 1979, col. 1, line 20 through col. 2, line 40.	1-22
Y	US, A, 4,831,724 (ELLIOTT) 23 May 1989, col. 4, line 12 through col. 5, line 52.	1-22

☐ Further documents are listed in the continuation of Box C.
 ☐ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:	"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance	"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
"E" earlier document published on or after the international filing date	"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art
"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)	"A" document member of the same patent family
"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means	
"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed	

Date of the actual completion of the international search

24 SEPTEMBER 1996

Date of mailing of the international search report

29 OCT 1996

Name and mailing address of the ISA/US  
Commissioner of Patents and Trademarks  
Box PCT  
Washington, D.C. 20231

Facsimile No. (703) 305-3230

Authorized officer

JAMES SELLS

Telephone No. (703) 308-2090

PAT-NO: JP358196280A

DOCUMENT-IDENTIFIER: JP 58196280 A

TITLE: ELECTRICALLY CONDUCTIVE PASTE AND  
METHOD FOR CONNECTING  
PARTS

PUBN-DATE: November 15, 1983

INVENTOR-INFORMATION:

NAME  
TANABE, KOJI

ASSIGNEE-INFORMATION:

NAME  
TDK CORP

COUNTRY  
N/A

APPL-NO: JP57079583

APPL-DATE: May 12, 1982

INT-CL (IPC): C09J003/14

US-CL-CURRENT: 252/513

ABSTRACT:

PURPOSE: To provide the titled paste containing an anaerobic adhesive component and an electrical conductive component, and capable of connecting and fixing a part such as an electronic element chip to a substrate keeping the electrical conductivity to the substrate in a short time at normal temperature without using a temporary bonding process.

CONSTITUTION: The objective electrically conductive paste contains (A) an

anaerobic adhesive component obtained by using preferably an acrylic or methacrylic resin as a main component, and mixing one or more substances selected from epoxy acrylate, polyester acrylate, urethane acrylate, (meth)acryl monomer and (meth)acryl oligomer derived from the above resin and (B) an electrical conductive component such as Ag, Ni, Pb, etc. For example, the above electrically conductive paste 8 is applied to the conductor patterns 6, 7 of a printed circuit board 2, and a part 1 is placed on the board positioning the terminal electrodes 4, 5 on said electrically conductive paste 8. The part 1 can be bonded to the conductors 6, 7 of the board 2 keeping the electrical conductance by this procedure.

COPYRIGHT: (C)1983,JPO&Japio

DERWENT-ACC-NO: 1983-848402

DERWENT-WEEK: 198351

COPYRIGHT 1999 DERWENT INFORMATION LTD

TITLE: Electrically conductive paste for  
securing components e.g. capacitor - comprises anaerobic  
adhesive contg (meth)acrylic resin and electrically  
conductive component, e.g. silver, nickel or  
lead

PATENT-ASSIGNEE: TDK CORP [DENK]

PRIORITY-DATA: 1982JP-0079583 (May 12, 1982)

PATENT-FAMILY:

PUB-NO	PAGES	PUB-DATE	MAIN-IPC
JP 58196280 A		November 15, 1983	N/A
003	N/A		

INT-CL (IPC): C09J003/14

ABSTRACTED-PUB-NO: JP 58196280A

BASIC-ABSTRACT:

The paste contains (a) anaerobic adhesive component and (b) electrically conductive component (a) consists mainly of (meth)acrylic resin and contains at least one of epoxy acrylate, urethane acrylate, polyester acrylate, (meth)acrylic monomer and (meth)acrylic oligomer. (b) are e.g. Ag, Ni and Pb.

Thermoplastic polymer may be added as viscosity modifier and tackifier. The paste cures at normal temp. in a few to scores of seconds. It is useful for



securing parts such as chip capacitor to be connected to conductor on a base without causing loss of conductivity.

Parts mounting process in electric and electronic assembly is simplified, as temporary bonding is omitted.

CHOSEN-DRAWING: Dwg.0/2

TITLE-TERMS: ELECTRIC CONDUCTING PASTE SECURE COMPONENT  
CAPACITOR COMPRISE  
ANAEROBIC ADHESIVE CONTAIN METHO ACRYLIC RESIN  
ELECTRIC CONDUCTING  
COMPONENT SILVER NICKEL LEAD

ADDL-INDEXING-TERMS:  
POLYMETHACRYLIC POLYEPOXIDE POLYURETHANE  
POLYESTER POLYACRYLATE  
CHIP

DERWENT-CLASS: A14 A81 G03 L03

CPI-CODES: A08-C07; A10-E01; A12-A05; A12-E; G03-B02D;  
G03-B02E; L03-A01;  
L03-D03F; L03-H04E;

POLYMER-MULTIPUNCH-CODES-AND-KEY-SERIALS:

Key Serials: 0214 0218 0222 0224 0123 0135 0153 0231 0493  
0499 0500 0506 1282  
1288 1294 3204 3205 2020 2021 2198 2220 2281 2299 2300 2307  
2488 2493 2551 3252  
3260 3276

Multipunch Codes: 013 04- 040 07- 074 076 077 08& 081 143  
15- 150 17- 18& 20&  
226 231 239 303 308 311 339 341 351 359 44& 446 473 48- 50&  
506 509 54& 55& 58-  
597 600 609 623 627 654 688 723

SECONDARY-ACC-NO:

CPI Secondary Accession Numbers: C1983-124660

⑨ 日本国特許庁 (JP)  
⑩ 公開特許公報 (A)

⑪ 特許出願公開  
昭58—196280

⑫ Int. Cl.<sup>3</sup>  
C 09 J 3/14

識別記号  
CEN

庁内整理番号  
7102—4 J

⑬ 公開 昭和58年(1983)11月15日

発明の数 2  
審査請求 未請求

(全 3 頁)

⑭ 導電性ペースト及び部品接続方法

1号東京電気化学工業株式会社  
内

⑮ 特 願 昭57—79583

⑯ 出 願 人 ティーディーケイ株式会社

⑰ 出 願 昭57(1982)5月12日

東京都中央区日本橋1丁目13番

⑱ 発 明 者 田辺孝司

1号

東京都中央区日本橋一丁目13番

⑲ 代 理 人 弁理士 阿部美次郎

明 細 書

1. 発明の名称

導電性ペースト及び部品接続方法

2. 特許請求の範囲

(1) 導気性接着成分と導電体成分とを含有することを特徴とする導電性ペースト。

(2) 前記導気性接着成分は、アクリル系またはメタクリル系樹脂を主成分とすることを特徴とする特許請求の範囲第1項に記載の導電性ペースト。

(3) 前記導気性接着成分は、前記アクリル系またはメタクリル系樹脂より変性されたエポキシアクリレート、ウレタンアクリレート、ポリエステルアクリレート、アクリル系モノマー、アクリル系オリゴマー、メタクリル系モノマー、メタクリル系オリゴマーの群から選ばれた少なくとも一種を含むことを特徴とする特許請求の範囲第2項に記載の導電性ペースト。

(4) 導気性接着成分と導電体成分とを含有する導電性ペーストを用い、該導電性ペーストによ

り部品を導電性を確保して基板上の導体に接続することを特徴とする部品接続方法。

3. 発明の詳細な説明

本発明は、例えばチップ状電子部品等のように、基板に対して導電性を確保しながら取付ける必要のある部品の接続に好適な導電性ペースト及びこの導電性ペーストを使用した部品接続方法に関する。

例えばチップ状コンデンサ等の部品をプリント回路基板上に実装する場合、従来は第1図に示すように、部品1の下面とプリント回路基板2との間を仮止め接着剤3で仮止めした後、部品1の端部電極4、5をプリント回路基板2上の導体パターン6、7に半田付けしていた。前記仮止め接着剤3としては、経時劣化等によって部品1の特性変動を招かぬように、導気性接着剤が使用される。しかしながら、この従来例では、部品1の端部電極4、5をプリント回路基板2上に半田付けする前工程として、部品1を仮止めするための接着剤3の塗布工程、仮止め接着剤3に対する部品

1の接着工程等が必要になるため、工程数が多く、作業能率が悪くなる欠点がある。

従来別の実装方法としては、プリント回路基板2の導体パターン8、7上の所定位置に加熱硬化型の導電性接着剤を印刷塗布し、この導電性接着剤によって部品の端部電極4、5を導体パターン8、7に接続する方法も知られている。この従来の方法によれば、仮止め接着工程を経ずに端部電極4、5を導体パターン8、7に導通接続させることができる。しかしながら、従来は導電性接着剤として、エポキシ系等の加熱硬化型のものを使用しているため、100～150℃の温度条件で約1時間の加熱硬化時間を必要とし、エネルギーロスが大きく、処理に長時間を必要とする欠点がある。

本発明は上述する従来の欠点を除去し、常温で数十秒程度の短時間で硬化し、基板に対して部品を電気的導通を取りつつ接続固定する場合に、仮接着工程が不要で、常温で、しかも短時間で部品を接続固定し得る導電性ペースト及び部品接続方

もよく、導電体成分と硬化剤とを2分した二液性としてもよい。更に、粘度調整及び密着付着剤として、熱可塑性ポリマー等を添加することも可能である。

このような組成の導電性ペーストは、常温において数十秒程度の短時間で硬化する導電性を備えた嫌気性導電性接着剤となる。したがって、チップ状コンデンサ等の部品をプリント回路基板等に接続する場合、第2図に示すように、プリント回路基板2の導体パターン8、7上に、本発明に係る導電性ペースト8を、例えばスクリーン印刷等の手段によって塗布し、該導電性ペースト8上に端部電極4、5が位置するように、部品1を載せるだけで、部品1をプリント回路基板2上に固定すると同時に、その端部電極4、5を導体パターン8、7に導通接続させることが可能になる。このため、従来必要であった仮接着工程が全く不要となり、基板2に対する部品1の実装作業工程が短縮される。しかも、常温で数十秒程度の短時間で硬化するから、従来と比べて部品接続時のエネ

法を提供することを目的とする。

上記目的を達成するため、本発明に係る導電性ペーストは、嫌気性接着成分と導電体成分とを含有することを特徴とする。

前記嫌気性接着成分は、アクリル系樹脂またはメタクリル系樹脂を主成分とし、これらより変性されたエポキシアクリレート、ウレタンアクリレート、ポリエステルアクリレート、アクリル系モノマー、アクリル系オリゴマー、メタクリル系モノマー、メタクリル系オリゴマーの群から選ばれた一種類または2種類以上の混合物を含む組成とする。

前記導電体成分は、導電性を有する粉末状の物質であれば広く使用することができる。その具体例としては、例えばAg、Ni、Pb等をあげることができる。

前記嫌気性接着剤に対する硬化剤は、始めから添加しておいてもよく、マイクロカプセル化する等して別にしておいて、使用時に添加してもよい。また嫌気性導電接着剤とした一液性のもので

エネルギーロスが著しく減少すると同時に、接続処理時間が著しく短縮され、作業能率が向上する。

以上述べたように、本発明に係る導電性ペーストは、嫌気性接着成分と導電体成分とを含有させたことを特徴とするから、常温で数十秒程度の短時間で硬化し、部品を基板に対して電気的導通を取りつつ接続固定する場合に、仮接着工程が不要で、常温で、しかも数十秒程度の短時間で部品を接続固定し得る導電性ペースト及び部品接続方法を提供することができる。

#### 4. 図面の簡単な説明

第1図は従来の部品接続方法を示す図、第2図は本発明に係る部品接続方法を示す図である。

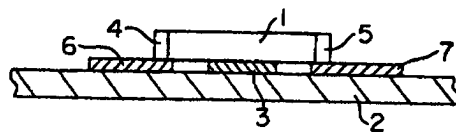
1・・・部品                      2・・・基板  
8・・・導電性ペースト

特許出願人 東京電気化学工業株式会社

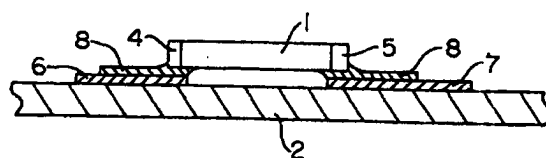
代理人 弁理士 阿部 美次郎



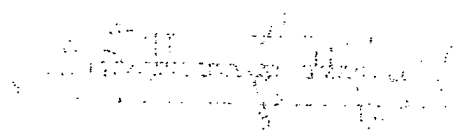
第1図



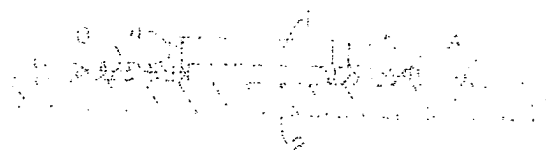
第2図



第1図



第2図





①9 BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES  
PATENTAMT

# ⑫ Offenlegungsschrift ⑩ DE 41 07 347 A 1

⑤1 Int. Cl.<sup>5</sup>:  
G 01 L 9/06  
H 01 L 29/84

②1 Aktenzeichen: P 41 07 347.9  
②2 Anmeldetag: 7. 3. 91  
④3 Offenlegungstag: 12. 9. 91

DE 41 07 347 A 1

③0 Unionspriorität: ③2 ③3 ③1  
07.03.90 JP 2-56215 12.09.90 JP 2-243009

⑦1 Anmelder:  
Mitsubishi Denki K.K., Tokio/Tokyo, JP

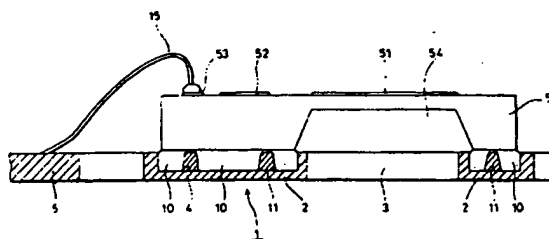
⑦4 Vertreter:  
Prüfer, L., Dipl.-Phys., Pat.-Anw., 8000 München

⑦2 Erfinder:  
Takahashi, Yoshiharu; Takemura, Seiji, Itami,  
Hyogo, JP; Tsukui, Keitaro; Itoh, Junko, Amagasaki,  
Hyogo, JP; Tada, Yasuo; Kishimoto, Yuuji; Kiguchi,  
Sakae, Himeji, Hyogo, JP; Nagai, Eitaro, Kawanishi,  
Hyogo, JP

Prüfungsantrag gem. § 44 PatG ist gestellt

## ⑤4 Halbleiterdrucksensorgerät und Verfahren zu dessen Herstellung

⑤7 Es soll ein Halbleiterdrucksensor beschaffen werden, der die Meßgenauigkeit verbessern kann, ohne daß eine Siliciumbasis zum Anbringen eines Halbleitersensorchips auf einem Leiterraum vorgesehen sein soll. Der Halbleiterdrucksensor weist ein Verbindungsklebemittel (10), das aus einem federmnden Material gebildet, zum Befestigen des Halbleiterdrucksensorchips (50) an der Seite des Leiterraums (100), einen Vorsprung zum Aufnehmen einer Drahtverbindung, der in einem Verbindungsabschnitt (1) vorgesehen ist, wo der Halbleiterdrucksensorchip (50) angebracht ist, zum Aufnehmen des Druckes von dem Boden des Halbleiterdrucksensors (50) zu dem Zeitpunkt des Drahtverbindens, und einen Unterstützungsvorsprung (11) zum Verhindern von Verwindungsstreß durch den Vorsprung (4) zum Aufnehmen der Drahtverbindung auf. Thermische Störungen des Halbleiterdrucksensorchips (50) und des Leiterraums (100) werden von dem Verbindungsklebemittel (10) absorbiert und entspannt. Durch den Vorsprung (4) zum Aufnehmen der Drahtverbindung und den Unterstützungsvorsprung (11) wird der auf den Halbleiterdrucksensorchip (50) wirkende Streß entspannt, wodurch Meßgenauigkeit erhöht werden kann. Derartige Halbleiterdrucksensoreinrichtungen sind zum Einsatz bei Luftdruckmessungen geeignet.



DE 41 07 347 A 1

## Beschreibung

Die vorliegende Erfindung bezieht sich auf ein Halbleiterdrucksensorgerät nach dem Oberbegriff des Patentanspruches 1 und auf ein Verfahren zu dessen Herstellung nach dem Oberbegriff des Patentanspruches 9. Sie bezieht sich insbesondere auf Halbleiterdrucksensorgeräte, die durch Halbleiterdrucksensorchips mit einem Drucksensor zum Erfassen eines Druckes, eine Verstärkungsschaltung zum Verstärken des Signales von dem Drucksensor und auf einem Halbleitersubstrat integrierte Elektroden und einen Leitungsrahmen dargestellt, in dem der Halbleiterdrucksensorchip angebracht ist. Sie bezieht sich auch auf ein Herstellungsverfahren für dieses Gerät.

Das Verfahren zum Direktverbinden des Halbleiterdrucksensorchips mit dem Leitungsrahmen ist allgemein bekannt in herkömmlichen Halbleiterdrucksensorgeräten.

Wie in Fig. 12 bis 14 gezeigt ist, weist ein Halbleiterdrucksensorchip einen Drucksensor 51 mit einem eingebetteten Meßwiderstand zum Erfassen des Druckes, eine integrierte Schaltung 52 mit einer verstärkenden Schaltung und ähnliches zum Verstärken des Signales von dem Drucksensor 51, Elektroden 53 für die externe Verbindung und eine Diaphragmaeinrichtung 54 zum Bilden eines Diaphragmas des Drucksensors 51 auf.

Wie in den Fig. 15 und 16 gezeigt ist, weist ein Druckrahmen 200 einen Befestigungsabschnitt 20, die den Chipanbringbereich dort darstellt, wo der Halbleiterdrucksensorchip angebracht ist, eine in dem Befestigungsabschnitt 20 gebildete Druckaufnahme­fläche 3, innere Leitungen 5, einen Tauchkörper 6 zum Verhindern, daß Harz überfließt, und äußere Leitungen 7 auf.

Wie in den Fig. 17 und 18 gezeigt ist, ist ein Halbleiterdrucksensorchip 50 direkt verbunden mit dem Befestigungsabschnitt 20 des Leitungsrahmens 200. Die Elektrode 53 des Halbleiterdrucksensorchips und die inneren Leitungen 5 sind durch feine Metalldrähte 6 drahtverbunden. Wie in Fig. 19 gezeigt ist, sind der Befestigungsabschnitt 20 und der Halbleiterdrucksensorchip 50 aneinander mit einem Klebemittel 30 befestigt.

Es ist oben erwähnt, daß der Halbleiterdrucksensorchip 50 direkt verbunden ist mit dem Leitungsrahmen 200 durch das Klebemittel 30 in einer Halbleiterdrucksensoreinrichtung. Der Ausdehnungskoeffizient des Leitungsrahmens 200 und des Halbleiterdrucksensorchips 50 sind von dem des Klebemittels 30 einer herkömmlichen Halbleiterdrucksensoreinrichtung unterschiedlich. Dies bewirkt die Erzeugung einer thermischen Spannung, was zu Unbequemlichkeiten führt, indem nämlich Zug- und Biegemomente auf den Drucksensor 51 eines Halbleiterdrucksensors 50 ausgeübt werden.

Wie in Fig. 20 gezeigt ist, werden das Zug- und Biegemoment  $F_{51}$  und  $M_{51}$  durch thermische Störungen in dem Drucksensor 51 des Halbleiterdrucksensorchips 50 erzeugt. Das Zug- und Biegemoment  $F_{30}$  und  $M_{30}$  werden in dem Klebemittel 30 erzeugt. Zug- und Biegemoment  $F_{20}$  und  $M_{20}$  werden in dem Befestigungsabschnitt 20 erzeugt. Dies gibt den Gleichgewichtszustand, der durch die folgenden Gleichungen (1) und (2) im Falle der thermischen Störung ausgedrückt wird:

$$F_{51} + F_{20} + F_{30} = 0 \quad (1)$$

$$M_{51} + M_{20} + M_{30} = 0 \quad (2)$$

Daher werden das Zug- und Biegemoment  $F_{51}$  und  $M_{51}$ , die auf den Drucksensor 51 des Halbleiterdrucksensorchips 50 wirken, wie in den folgenden Gleichungen (3) und (4) ausgedrückt:

$$F_{51} = -(F_{20} + F_{30}) \quad (3)$$

$$M_{51} = -(M_{20} + M_{30}) \quad (4)$$

Es gab ebenfalls den Nachteil, daß die durch den Unterschied in den Ausdehnungskoeffizienten verursachte Verteilung des thermischen Stresses nicht gleichförmig ist, da die Symmetrie der integrierten Schaltung 52 und der Elektroden 53 mit den anderen Abschnitten nicht geeignet ist, wenn der Drucksensor 51 als das Zentrum in Fig. 19 angenommen wird. Dies führt zu der Unbequemlichkeit, daß Messungen mit hoher Genauigkeit nicht erzielt werden konnten.

Daher wurde ein Verfahren zum Anbringen des Halbleiterdrucksensorchips auf einem Leitungsrahmen mit einer Siliciumbasis, die dazwischen aus Siliciummonokristall gebildet ist, bedacht zum Absorbieren und Mindern des thermischen Stresses, der auf den Drucksensor 51 ausgeübt wird. Dieser Weg wurde aufgrund der Tatsache gewählt, daß das Material und damit der Ausdehnungskoeffizient der Siliciumbasis gleich der des Halbleiterdrucksensorchips ist, wodurch im wesentlichen die Erzeugung von thermischem Streß oder Zug unterdrückt wird.

Wenn man das Verfahren des Anbringens des Halbleiterdrucksensorchips 50 auf dem Leitungsrahmen 50 mit der dazwischen aus einem Siliciummonokristall gebildeten Siliciumbasis betrachtet, wird zuerst der Halbleiterdrucksensorchip verbunden mit der Siliciumbasis. Dann wird diese Siliciumbasis verbunden mit dem Leitungsrahmen 200, woraufhin die Elektrode 53 des Halbleiterdrucksensorchips 50 mit der inneren Leitung 5 des Leitungsrahmens 200 mit dem feinen Metalldraht 15 drahtverbunden wird. Dieses Verfahren zum Anbringen des Halbleiterdrucksensorchips 50 auf dem Leitungsrahmen 200 benötigt jedoch das Einführen einer Siliciumbasis zum Absorbieren und Mindern von thermischem Streß. Dafür muß das Verbinden zweimal durchgeführt werden, wodurch das Herstellungsverfahren komplizierter wird und die Kosten erhöht werden.

Es ist notwendig, eine Druckmeßkammer (Hohlraum) zum Messen des Luftdruckes in dem Leitungsrahmen mit dem wie in den Fig. 17 und 18 angebrachten Halbleiterdrucksensorchip 50 zu bilden, wenn ein empfindlicher Differentialdrucksensor zum Messen von Luftdruck gebildet werden soll. Wie in den Fig. 21A – 21C gezeigt ist, weist eine Halbleiterdrucksensoreinrichtung für den Fall der Messung von Luftdruck einen Halbleiterdrucksensorchip 50 zum Luftdruckmessen, einen Leitungsrahmen 200, auf dem der Halbleiterdrucksensor 50 angebracht ist, eine Basis 70, auf der obendrauf der Leitungsrahmen 200 angebracht ist, und eine Kappe 80, die auf dem Leitungsrahmen 200 über dem Leitungsrahmen 200 und dem Halbleiterdrucksensorchip 50 angebracht ist, auf. Zwei Hohlräume zum Messen von Luftdruck sind durch die Basis 70, die Kappe 80 und der in dem Leitungsrahmen 200 vorgesehene Befestigungsabschnitt 20 gebildet. Druckeinlässe A und B sind einzeln wie in Fig. 21C gezeigt vorgesehen. Der durch den Druckeinlaß A eintretende Druck wird in die Hohlräume  $A_1$  und  $A_2$  eingeführt, wie in Fig. 21A gezeigt ist. Der in den Druckeinlaß B eintretende Druck wird in die Hohlräume  $B_1$  und  $B_2$  eingeführt, wie in Fig. 21B gezeigt

ist. Durch das einzelne Messen des Druckes durch zwei Drucksensorchips 50 wird die Meßgenauigkeit im Vergleich durch die Messung mit nur einem Drucksensorchip 50 verbessert. In einer Halbleiterdrucksensoreinrichtung mit einer derartigen Anordnung wird ein Verfahren verwendet zum Anbringen der Basis 70 und der Kappe 80 an dem Leitungsrahmen 50, wo der Halbleiterdrucksensorchip 50 angebracht ist. Es bestand jedoch die Unbequemlichkeit, daß das Klebeharz zum Anbringen der Basis 70 und der Kappe 80 an dem Leitungsrahmen 50 zu der Halbleiterdrucksensorchipseite fließt und an dem Halbleiterdrucksensorchip 50 anhaftet. Dies verschlechtert die Eigenschaften des Halbleiterdrucksensorchips 200.

Der Befestigungsabschnitt 20 des Leitungsrahmens 200 wird unsymmetrisch durch den äußeren Rahmen des Leitungsrahmens 200 und durch eine der inneren Leitungen 5 unterstützt, wie in Fig. 17 gezeigt ist. Wenn der Leitungsrahmen 200 an der Basis 70 angebracht ist, wie in Fig. 21A gezeigt ist, in dem ein Klebeharz hoher Viskosität als Klebemittel benutzt wird, gab es die Unbequemlichkeit, daß der nicht von dem Befestigungsabschnitt getragene Abschnitt durch das auf die Oberfläche der Basis 70 aufgebrachte Klebeharz angehoben wurde. Dies führte zu dem Problem, daß es schwierig war, den Befestigungsabschnitt 20 auf der Basis 70 horizontal zu befestigen. Eine Festspannvorrichtung mußte zum Anbringen des Befestigungsabschnittes 20 an der Basis 70 zum Lösen des obigen Problems benutzt werden, wodurch das Herstellungsverfahren komplizierter wurde.

Da die beiden Befestigungsabschnitte 20 eine wie in Fig. 17 gezeigte getrennte Anordnung haben, gab es ebenfalls das Problem, daß die physikalische Kontinuität nicht aufrechterhalten werden konnte, wenn man die Deformation betrachtet, der die beiden Halbleiterdrucksensorchips 50 ausgesetzt sind, wenn eine externe Kraft auf den Leitungsrahmen 200 ausgeübt wird. In dem Fall, in dem die Halbleiterdrucksensoreinrichtungen der Fig. 21A bis 21C als Feindifferentialdrucksensor benutzt werden, war es nötig, die beiden Halbleiterdrucksensorchips 50 innerhalb zweier geschlossener Hohlräume vorzusehen, wobei der getrennte Abschnitt zwischen den beiden Doppelanschlußflächen von Fig. 17 mit einem Klebeharz in einem späteren Schritt versiegelt werden muß. Die Versiegelungs- oder Abdichteigenschaft konnte jedoch nicht verbessert werden, da es einen Unterschied in der Dicke des Klebeharzes an dem getrennten Abschnitt und dem Befestigungsabschnitt gab.

Es ist daher Aufgabe der Erfindung, eine Halbleiterdrucksensoreinrichtung zu schaffen, die die obigen Nachteile nicht aufweist und mit der eine genauere Druckmessung möglich ist.

Diese Aufgabe wird gelöst durch eine Halbleiterdrucksensoreinrichtung mit den Merkmalen des Patentanspruches 1. Diese Einrichtung enthält eine fixierende Zwischenschicht, die aus einem nachgiebigen Material mit einer vorbestimmten Dicke gebildet ist und eine zwischen dem Halbleiterdrucksensorchip und dem Leitungsrahmen erzeugte thermische Störung absorbiert und erleichtert zum Befestigen des Halbleiterdrucksensorchips an der Seite des Leitungsrahmens, einen druckwiderstehenden Vorsprung, der an einer Stelle vorgesehen ist, die den Elektroden des Halbleiterdrucksensorchips auf dem Leitungsrahmen entspricht zum Aufnehmen durch den angelegten Druck erzeugten Kraft von dem Boden des Halbleiterdrucksensorchips,

wenn die Elektrode und der feine Draht druckverbunden werden, und einen stützenden Vorsprung, der an einer vorbestimmten Stelle des Leitungsrahmens vorgesehen ist zum Verhindern, daß Verwindungsbeanspruchungen durch den druckwiderstehenden Vorsprung auf den Drucksensor des Halbleiterdrucksensorchips übertragen werden.

Im Betrieb ist eine fixierende Zwischenschicht mit einer vorbestimmten Dicke an der Befestigungsposition des Halbleiterdrucksensorchips auf dem Leitungsrahmen zum Befestigen des Halbleiterdrucksensorchips an der Seite des Leitungsrahmens vorgesehen, wobei der Halbleiterdrucksensorchip an der fixierenden Zwischenschicht befestigt ist, die fixierende Zwischenschicht aus einem nachgiebigen Material gebildet ist, daß die thermische Spannungsdifferenz zwischen dem Drucksensorchip, der auf dem Leitungsrahmen angebracht ist, und dem Leitungsrahmen absorbieren und entspannen kann. Zwischen dem Leitungsrahmen und dem Halbleiterdrucksensorchip wirkender thermischer Streß wird entspannt. Ein druck- oder streßwiderstehender Vorsprung ist an einer Stelle vorgesehen, die der Elektrode des Halbleiterdrucksensorchips des Leitungsrahmens entspricht, zum Aufnehmen der durch den Druck ausgeübten Kraft von dem Boden des Halbleiterdrucksensorchips, wenn die Elektrode und der feine Metalldraht druckverbunden werden. Ein unterstützender Abschnitt ist an einer vorbestimmten Position so vorgesehen, daß er eine Verwindungsbeanspruchung durch den druckwiderstehenden Vorsprung daran hindert, auf den Drucksensor des Halbleiterdrucksensorchips übertragen wird. Daher wird die durch den Druck ausgeübte Kraft beim Verbinden der Elektrode und des feinen Metalldrahtes nicht durch die fixierende Zwischenschicht absorbiert. Verwindungsbeanspruchung wird nicht durch den druckwiderstehenden Vorsprung des Drucksensors des Halbleiterdrucksensorchips erzeugt.

Gemäß einer Weiterbildung der Erfindung weist eine Halbleiterdrucksensoreinrichtung Doppelanschlußflächen (dipads) auf, die in dem Leitungsrahmen dort vorgesehen sind, wo der Halbleiterdrucksensorchip angebracht wird, und ein äußerer in dem Leitungsrahmen vorgesehener Rahmen ist so vorgesehen, daß ein Abschnitt davon die Doppelanschlußfläche verbindet und unterstützt, wobei er eine Rille zum Verhindern des Fließens von Harz entlang eines Abschnittes des Schnittstellenbereiches zu der Doppelanschlußfläche aufweist.

Im Betrieb ist eine Doppelanschlußfläche dort in dem Leitungsrahmen vorgesehen, wo der Halbleiterdrucksensorchip angebracht ist. Es ist ebenfalls ein äußerer Rahmen vorgesehen, der eine entlang mindestens eines Abschnittes des Schnittstellenbereiches zu der Doppelanschlußfläche gebildete Rille zum Verhindern des Harzflusses aufweist, so daß mindestens ein Abschnitt davon mit der Doppelanschlußfläche verbunden ist und sie trägt. Daher läuft bei dem Befestigen der Kappe und der Basis über bzw. unter dem Leitungsrahmen das zu der Halbleiterdrucksensorchipseite fließende Klebeharz in die Rille zum Verhindern des Harzfließens.

Nach einer Weiterbildung der Erfindung weist die Halbleiterdrucksensoreinrichtung in dem Leitungsrahmen zum Anbringen der Halbleiterdrucksensorchips vorgesehenen Befestigungsabschnitte und einen in dem Leitungsrahmen vorgesehenen äußeren Rahmen zum Verbinden und Diagonalunterstützen des Befestigungsabschnittes an mindestens zwei Stellen auf. Im Betrieb ist der Befestigungsabschnitt in dem Leitungsrahmen dort

vorgesehen, wo der Halbleiterchipsensor angebracht ist. Ein äußerer Rahmen ist in dem Leiterrahmen zum Verbinden und Unterstützen des Befestigungsabschnittes an mindestens zwei Stellen vorgesehen. Damit ist der Befestigungsabschnitt symmetrisch unterstützt zum Verhindern, daß der Befestigungsabschnitt von dem Leiterrahmen durch das Klebeharz erhöht wird, wenn der Befestigungsabschnitt des Leiterrahmens an der Basis befestigt wird, wodurch die Notwendigkeit einer Spannvorrichtung vermieden wird.

Nach einer Weiterbildung der Erfindung weist eine Halbleiterdrucksensoreinrichtung in dem Leitungsrahmen vorgesehener Befestigungsabschnitt auf, wo der Halbleiterdrucksensorchip befestigt ist, und ein äußerer Rahmen ist in dem Leiterrahmen so vorgesehen, daß mindestens ein Abschnitt davon den Befestigungsabschnitt verbindet und unterstützt, wobei sie miteinander an dem zentralen Abschnitt zwischen benachbarten Befestigungsabschnitten verbunden sind.

Im Betrieb ist ein Befestigungsabschnitt in dem Leitungsrahmen mit einem darauf angebrachten Halbleiterdrucksensorchip vorgesehen. Ein mit jedem anderen an dem Zentralabschnitt zwischen benachbarten Befestigungsabschnitten verbundener äußerer Rahmen ist in dem Leitungsrahmen so vorgesehen, daß mindestens ein Abschnitt davon die Befestigungsabschnitte verbindet und unterstützt. Daher kann die Dicke des Klebemittels in dem zentralen Abschnitt beim Befestigen einer Basis und einer Kappe an dem Leitungsrahmen durch ein Klebemittel gleichmäßig gemacht werden, und externe Kraft wird zu den beiden Halbleiterdrucksensorchips physikalisch kontinuierlich übertragen.

Gemäß einer Weiterbildung der Erfindung ist ein Verfahren zum Herstellen einer Halbleiterspeichersensoreinrichtung vorgesehen, das durch die Merkmale des Patentanspruches gekennzeichnet ist. Das Verfahren weist die Schritte auf: Befestigen eines Leiterrahmens mit einem druckwiderstehenden Vorsprung, der an einer Stelle gebildet ist, die der Elektrode des Halbleiterdrucksensorchips entspricht, und mit einem Unterstützungsvorsprung, der an einer vorbestimmten Stelle zum Horizontalhalten des Halbleiterdrucksensorchips gebildet ist, wobei für den Halbleiterdrucksensorchip eine befestigende Zwischenschicht mit einer vorbestimmten Dicke und der Fähigkeit, Spannungen zu entspannen, vorgesehen ist, und Druckbefestigen des feinen Metalldrahtes an der Elektrode, wobei der Boden davon von dem druckwiderstehenden Vorsprung aufgenommen wird.

Im Betrieb werden ein Leiterrahmen mit einem druckwiderstehenden Vorsprung, der an einer Position gebildet ist, die der Elektrode des Halbleiterdrucksensorchips entspricht, und mit einem unterstützenden Vorsprung, der an einer vorbestimmten Position zum Aufrechthalten der horizontalen Lage des Halbleiterdrucksensorchips gebildet ist, und der Halbleiterdrucksensorchip durch eine fixierende Zwischenschicht aneinander befestigt, die eine vorbestimmte Dicke und die Fähigkeit, Spannung abzubauen, aufweist. Die Elektrode wird druckbefestigt an dem feinen Metalldraht, wobei der Boden der Elektrode des Halbleiterdrucksensorchips von dem druckwiderstehenden Vorsprung aufgenommen wird. Daher können die Elektrode und der feine Metalldraht normal befestigt werden, ohne daß die durch die Druckanwendung entstehende Kraft von der fixierenden Zwischenschicht aufgenommen wird. Ebenfalls wird die thermische Beanspruchung, die zwischen dem Leiterrahmen und dem Halbleiterdrucksensorchip

wirkt, entspannt.

Dadurch kann der Vorteil erzielt werden, daß keine Siliciumbasis beim Anbringen des Halbleiterdrucksensors an dem Leiterrahmen nötig ist. Es kann verhindert werden, daß das Klebeharz bei dem Befestigen einer Basis und einer Kappe an dem Leiterrahmen, wo der Halbleiterdrucksensorchip befestigt ist, an dem Halbleiterdrucksensorchip anhaftet, wodurch die Druckmeßeigenschaft verschlechtert werden würde. Anschlußflächen können leicht horizontal befestigt werden, ohne daß eine Spannvorrichtung in einer Halbleiterdrucksensoreinrichtung vorgesehen werden muß, indem die Anschlußflächen des Leiterrahmens an der Basis angebracht werden. Die Abdichteigenschaften der Kappe und der Basis, die oberhalb und unterhalb des Leiterrahmens angebracht sind, können verbessert werden, die physikalische Gleichmäßigkeit und Kontinuität in den beiden Halbleiterdrucksensorchips in bezug auf Deformationen durch externe Kräfte können in einer Halbleiterdrucksensoreinrichtung verbessert werden. Die Elektroden und die feinen Drähte können mit normalem Druck angebracht werden, ohne daß durch Druckanwendung auftretende Kraft Druck auf eine fixierende Zwischenschicht beim Druckenbringen der Elektrode und des feinen Metalldrahtes beim Herstellungsverfahren einer Halbleiterdrucksensoreinrichtung auftreten.

Weitere Merkmale und Zweckmäßigkeiten der Erfindung ergeben sich aus der Beschreibung von Ausführungsbeispielen anhand der Figuren. Von den Figuren zeigen

Fig. 1 eine vergrößerte Ansicht eines Befestigungsabschnittes gemäß einer Ausführungsform der Halbleiterdrucksensoreinrichtung;

Fig. 2A eine schematische Ansicht zum Erläutern des Zug- und Biegemomentes aufgrund der thermischen Störung, die durch das Vorsehen eines Vorsprunges für die Drahtverbindung für den in Fig. 1 gezeigten Befestigungsabschnitt erzeugt wird;

Fig. 2B ein schematisches Diagramm zum Erläutern des Zug- und Biegemomentes durch den Unterstützungsvorsprung, der zum Ausgleichen des Zug- und Biegemomentes dient, das durch den Vorsprung für das Drahtverbinden des in Fig. 1 gezeigten Befestigungsabschnittes erzeugt wird;

Fig. 3 eine Draufsicht einer Ausführungsform des Leiterrahmens, wo der Halbleiterdrucksensorchip von Fig. 1 angebracht ist;

Fig. 4 eine Seitenansicht des Leiterrahmens von Fig. 3;

Fig. 5 eine vergrößerte Schnittansicht des Befestigungsabschnittes des Leiterrahmens von Fig. 3;

Fig. 6A und 6B Schnittansichten zum Erläutern der Herstellungsschritte der Halbleiterdrucksensoreinrichtung von Fig. 1;

Fig. 7 eine Schnittansicht der Anordnung der Halbleiterdrucksensoreinrichtung von Fig. 6B, die zum Luftdruckmessen benutzt wird;

Fig. 8 eine Draufsicht eines Leiterrahmens einer zweiten Ausführungsform;

Fig. 9 eine Draufsicht auf einen Leiterrahmen einer dritten Ausführungsform;

Fig. 10 eine Draufsicht auf einen Leiterrahmen einer vierten Ausführungsform;

Fig. 11 eine Draufsicht auf einen Leiterrahmen einer fünften Ausführungsform;

Fig. 12 eine Draufsicht auf einen herkömmlichen Halbleiterdrucksensorchip;

Fig. 13 eine Seitenansicht des Halbleiterdrucksensor-



chips von Fig. 12;

Fig. 14 eine Schnittansicht des Halbleiterdrucksensorchips von Fig. 12 entlang der Ebene B-B;

Fig. 15 eine Draufsicht auf einen Leiterraum mit einer herkömmlichen Halbleiterdrucksensoreinrichtung;

Fig. 16 eine Seitenansicht des Leiterraums von Fig. 15;

Fig. 17 eine Draufsicht auf eine vervollständigte Halbleiterdrucksensoreinrichtung mit einem auf dem Leiterraum von Fig. 15 angebrachten Halbleiterdrucksensorchip;

Fig. 18 eine Seitenansicht der Halbleiterdrucksensoreinrichtung von Fig. 17;

Fig. 19 eine vergrößerte Teilansicht entlang der Linie C-C des Befestigungsabschnittes der Halbleiterdrucksensoreinrichtung von Fig. 17;

Fig. 20 ein schematisches Diagramm zum Erläutern des in dem Halbleiterdrucksensorchip von Fig. 19 erzeugten Zug- und Biegemomentes;

Fig. 21A und 21B Schnittansichten der Anordnungen einer Halbleiterdrucksensoreinrichtung mit Hohlräumen zum Messen von Luftdruck; und

Fig. 21C eine Draufsicht auf die Halbleiterdrucksensoreinrichtung von Fig. 21A und 21B ohne Kappe.

Unter Bezugnahme auf die Fig. 1 bis 5 wird die Struktur eines Befestigungsabschnittes 1 eines Leiterraums 100 im folgenden erläutert. Der Befestigungsabschnitt 1 des Leiterraums 100 weist einen konkaven Abschnitt bzw. einen becherförmigen Abschnitt 2 zum Bilden einer Klebeschicht mit einer vorbestimmten Dicke zum Festhalten eines Halbleiterdrucksensorchips 50, einen Vorsprung oder vorstehenden Abschnitt 4 zum Drahtverbinden entsprechend Elektroden 53 zum Aufnehmen des Bodens des Halbleiterdrucksensorchips 50 beim Drücken eines feinen Metalldrahts an der Elektrode des Halbleiterdrucksensorchips 50, einen Unterstützungsvorsprung 11 zum Ausgleichen des Zug- und Biegemomentes, das durch den Drahtverbindungsaufnehmenden Vorsprung 4 erzeugt ist, und eine Druckaufnahmeöffnung 3, die entsprechend einer Diaphragmaeinrichtung 54 des Halbleiterdrucksensorchips 50 vorgesehen ist, auf.

In dem konkaven Abschnitt 2 des Befestigungsabschnittes 1 ist ein Klebemittel 10 mit einer vorbestimmten Dicke zum Verbinden gebildet. Ein siliciumartiges Harz bzw. ein silikonartiges Harz mit der Fähigkeit, Spannung abzubauen, ist als Material für das Klebemittel benutzt. Der Leiterraum 100 von Fig. 3 weist einen konkaven Abschnitt 2, eine Druckaufnahmeöffnung 3, einen Befestigungsabschnitt, der durch einen Drahtverbindungsaufnahmenvorsprung 4 und einen Unterstützungsvorsprung 11 gebildet ist, eine innere Leitung 5 zum Drahtverbinden der Elektrode des Drucksensorchips 50 und des feinen Metalldrahtes beim Anbringen des Halbleiterdrucksensorchips 50 an den Leiterraum 100, einen Tauchkörper 6 und eine äußere Leitung 7 auf.

Der Leiterraum 100 ist mit Ätzbereichen E<sub>1</sub> bis E<sub>4</sub> versehen. Der Ätzbereich E<sub>1</sub> ist zum Bilden des Klebemittels 10 von Fig. 7 zum Verbinden vorgesehen und entspricht dem konkaven Abschnitt 2. Die Dicke des Klebemittels 10 (vgl. Fig. 1) kann durch den Ätzbereich E<sub>1</sub> sichergestellt werden. Der Ätzbereich E<sub>2</sub> ist für den Zweck des Harzantiflusses vorgesehen zum Verhindern, daß überflüssiges Klebharz von dem Klebemittelbereich der an den Halbleiterdrucksensorchip 50 (siehe Fig. 1) anzubringenden Kappe überfließt, wenn die

Kappe an dem Leiterraum 100 befestigt wird. Es liegt ebenfalls der Zweck vor, daß externe Belastung von der Kappe über den Leiterraum 100 und das Klebemittel 10 (siehe Fig. 1) übertragen wird. Der Ätzbereich E<sub>3</sub> ist zum Verringern der extern übertragenen Belastung über den Aufhängeleiter (inneren Leiter 5) vorgesehen. Der Ätzbereich E<sub>4</sub> ist die Harzantiflußrinne zum Verhindern, daß überflüssiges Klebharz beim Befestigen der Kappe an dem Leiterraum 100 abfließt. Obwohl all die Ätzbereiche E<sub>1</sub> bis E<sub>4</sub> in der vorliegenden Ausführungsform vorgesehen sind, ist die Erfindung nicht darauf beschränkt. Die Ätzbereiche können in der notwendigen Kombination vorgesehen sein.

In den Fig. 2A und 2B sind die Zug- und Biegemomente für den Fall, in dem nur der Drahtanschluß aufnehmenden Vorsprung 4 vorgesehen ist, und für den Fall, in dem ebenfalls der Unterstützungsvorsprung 11 zum Ausgleichen der durch die Drahtverbindung aufnehmenden Vorsprung 4 erzeugten Zug- und Druckmomente vorgesehen ist, gezeigt. Wie in Fig. 2A gezeigt ist, in der nur der druckwiderstehende Vorsprung 4 vorgesehen ist, werden die Zugmomente F<sub>2</sub>, F<sub>100</sub> und F<sub>101</sub> erzeugt, während die Biegemomente M<sub>2</sub>, M<sub>100</sub>, M<sub>101</sub> und M<sub>102</sub> erzeugt werden. Der Gleichgewichtszustand der Kräfte in dem Fall der thermischen Streßerzeugung wird durch die folgenden Gleichungen (5) und (6) beschrieben:

$$F_{51} + F_{101} + F_{100} + F_2 = 0 \quad (5)$$

$$M_{51} + M_{102} + M_{101} + M_{100} + M_2 = 0 \quad (6)$$

Der Vergleich dieser Gleichungen (5) und (6) mit den Gleichungen (1) und (2), die zum Erläutern des Streßzustandes des herkömmlichen Halbleiterdrucksensorchips von Fig. 15 dienen, zeigt, daß F<sub>30</sub> und F<sub>20</sub> von Gleichung (1) F<sub>100</sub> bzw. F<sub>2</sub> von Gleichung (5) entsprechen, während M<sub>30</sub> und M<sub>20</sub> von Gleichung (2) M<sub>100</sub> bzw. M<sub>2</sub> von Gleichung (6) entsprechen. Die neu durch das Vorsehen des Vorsprungs 4 zum Aufnehmen des Radanschlusses erzeugten Zug- und Biegemomente sind F<sub>100</sub>, M<sub>100</sub> und M<sub>102</sub>. Zum Ausgleichen des Zugmomentes F<sub>100</sub> und der Biegemomente M<sub>101</sub> und M<sub>102</sub> ist ein Unterstützungsvorsprung 11 in der vorliegenden Ausführungsform vorgesehen, wie in Fig. 2B gezeigt ist. Durch das Vorsehen dieses Unterstützungsvorsprungs 11 werden das Zugmoment F<sub>51</sub> und das Biegemoment M<sub>51</sub>, die an einem Drucksensor 51 des Halbleiterdrucksensorchips 50 auftreten, durch die folgenden Gleichungen (7) und (8) dargestellt:

$$F_{51} = -(F_{102} + F_{101} + F_{100} + F_2) \quad (7)$$

$$M_{51} = -(M_{104} + M_{103} + M_{102} + M_{101} + M_{100} + M_2) \quad (8)$$

Der Unterstützungsvorsprung 11 ist so angeordnet, daß das Biegemoment M<sub>104</sub> von Gleichung (8) den durch die Gleichung (9) ausgedrückten Wert annimmt:

$$M_{104} = -(M_{103} + M_{102} + M_{101} + M_{100} + M_2) \quad (9)$$

Die oben ausgeführte Anordnung des Unterstützungsvorsprungs 11 macht M<sub>51</sub> = 0 in Gleichung (8). Das heißt, das auf den Drucksensor 51 ausgeübte Biegemoment kann zu 0 gemacht werden. Der Unterstützungsvorsprung 11 kann ebenfalls so angeordnet werden, daß der Wert des Biegemomentes M<sub>51</sub> auf den

Drucksensor 51 nicht 0 ist sondern ein willkürlich ausgewählter Wert. In diesem Fall ist es möglich, die Halbleiterdrucksensoreinrichtung so einzusetzen, daß ein vorbestimmtes Biegemoment an dem Drucksensor 51 des Halbleiterdrucksensorchips 50 den Offset-Wert aufhebt, den der Halbleiterdrucksensorchip 50 selbst aufweist.

Bezugnehmend auf die Fig. 1, 6A und 6B werden im folgenden die Herstellungsschritte beschrieben. Der Befestigungsabschnitt 1 des Leiterraumens 100, der mit dem Vorsprung 4 zum Aufnehmen der Drahtverbindung und mit dem Unterstützungsvorsprung 11 versehen ist, wird auf einer Verbindungsvorrichtung 700 angebracht. Das aus einem siliciumartigen Harz gebildete Klebemittel 10 zum Verbinden der in den konkaven Abschnitt 2 des Befestigungsabschnittes 1 gebracht. Der Halbleiterdrucksensorchip 50 wird an dem eingebrachten Klebemittel 10 durch Kleben angebracht. Als nächstes werden die innere Leitung 5 und die Elektrode 53 des Halbleiterdrucksensorchips 50 durch einen feinen Metalldraht 15 drahtverbunden, wie in Fig. 6B gezeigt ist. Die durch den Halbleiterdrucksensorchip 50 aufgenommene Kraft durch Druckausübung bei dem Druckanbringen des feinen Metalldrahtes 15 auf der Elektrode 53 wird durch den in dem konkaven Abschnitt 2 vorgesehenen Vorsprung 4 zum Aufnehmen der Drahtverbindung aufgenommen. Die Elektrode 53 kann geeignet angebracht werden, ohne daß die Kraft durch die Druckausübung von dem verbindenden Klebemittel 10 aufgenommen wird. So wird der Befestigungsabschnitt 1 der Halbleiterdrucksensoreinrichtung von Fig. 1 gebildet. Zwischen dem Halbleiterdrucksensorchip und dem Befestigungsabschnitt 1 ist das verbindende Klebemittel 10 mit gleichförmiger Dicke und der Fähigkeit, Streß oder Belastung abzubauen, eingesetzt. Der an dem Drucksensor 51 des Halbleiterdrucksensorchips 50 erzeugte thermische Streß wird zum Verbessern der Meßgenauigkeit der Halbleiterdrucksensoreinrichtung abgebaut. Nach diesem Verfahren ist es nicht notwendig, eine aus einem Siliciummonokristall gebildete Siliciumbasis zwischen dem Halbleiterdrucksensorchip 50 und dem Befestigungsabschnitt 1 vorzusehen. Daher kann eine Erhöhung der Herstellungskosten und der Zunahme komplizierter Herstellungsschritte des Falle des Vorsehens einer Siliciumbasis vermieden werden.

Gemäß der Halbleiterdrucksensoreinrichtung und dem Herstellungsverfahren nach dieser Ausführungsform ist der Befestigungsabschnitt 1 des Leiterraumens 100 mit einem konkaven Abschnitt 2, einem Vorsprung 4 zum Aufnehmen der Drahtverbindung und einem Unterstützungsvorsprung 11 versehen, wodurch das Verbinden und das Drahtverbinden durch übliche Herstellungsschritte durchgeführt werden können, wie sie bei integrierten Schaltungen normal sind. Daher kann eine klebende Schicht eines nachgiebigen Materiales, das Spannungen abbauen kann und eine vorbestimmte Dicke aufweist, gebildet werden, durch die das Drahtverbinden auf der Grundlage deren Dicke durchgeführt werden kann. Obwohl ein Harz vom Siliciumtyp als verbindendes Klebemittel 10 in der vorliegenden Ausführungsform benutzt wird, ist dies nur ein Beispiel, und jedes Klebemittel kann benutzt werden, das Belastungen oder Spannungen oder Streß abbauen kann. Obwohl das spannungsabbauende Merkmal mit einem Klebemittel in der vorliegenden Ausführungsform eingeführt worden ist, ist die Erfindung nicht hierauf beschränkt, und das spannungsabbauende Merkmal kann durch Gummi oder ähnliches ausgeführt werden, indem ein Klebemittel auf beide Seiten eines nachgiebigen

Materiales wie Gummi zum Anbringen aufgebracht wird. Eine Harzantiflußrinne ist vorgesehen, indem ein konkaver Abschnitt in dem Befestigungsabschnitt des Leiterraumens zum Erzielen einer dicken Klebemittelschicht in der vorliegenden Ausführungsform vorgesehen ist. Es können jedoch auch ähnliche Resultate erzielt werden, indem das Verbindungsmaterial mit einem Tape mit einer vorbestimmten Dicke anstelle des Klebemittels gebildet wird. Das Vorsehen eines konkaven Abschnittes in dem Befestigungsabschnitt ermöglicht die Bildung einer dicken Klebemittelschicht. Dies hat den Vorteil der Verbesserung der Fähigkeit zum Absorbieren der Übertragung von externer Belastung und des Absorbierens von thermischen Belastungen der Befestigungsabschnitte und des Halbleiterdrucksensorchips im Vergleich mit herkömmlichen Verfahren.

Wie in Fig. 7 gezeigt ist, ist ein Hohlraum, der Druckmeßkammer darstellt, durch eine Basis 70 und eine Kappe 80 in dem Fall gebildet, in dem eine Luftdruckmeßanwendung gewählt ist. Das Messen von Druck mit einer solchen Anordnung weist eine hohe Genauigkeit mit herkömmlichen Halbleiterdrucksensoreinrichtungen auf, da der belastungswiderstehende Vorsprung 4, der Unterstützungsvorsprung 11 und das Verbindungsklebemittel 10 zum Abbau von Belastungen in der Halbleiterdrucksensoreinrichtung der vorliegenden Ausführungsform vorgesehen sind.

Bei der in Fig. 8 gezeigten Ausführungsform ist ein Ätzbereich  $E_3$  entlang des Schnittstellenbereiches des Befestigungsabschnittes 1 und eine Aufhängung 100a des Rahmens 100 zum Unterstützen des Befestigungsabschnittes 1 vorgesehen. Beim Einsatz einer Halbleiterdrucksensoreinrichtung mit einer Druckmeßkammer (Hohlraum) von Fig. 7 kann ein derartiger Ätzbereich  $E_3$  die Dicke des Klebemittels gleichmäßiger machen zum Verbessern der Abdichtfähigkeit. Weiterhin kann das Anhaften von überschüssigem Klebeharz an dem Halbleiterdrucksensorchip 50 zu dem Zeitpunkt des Anbringens der Basis 70 und der Kappe 80 so verhindert werden, daß die Drucksensoreigenschaften nicht verschlechtert werden.

Bei der in Fig. 9 gezeigten Ausführungsform wird der Befestigungsabschnitt 1 von einer anderen Aufhängung 100b zusätzlich zu der obigen Aufhängung 100a getragen. Durch das symmetrische Unterstützen des Befestigungsabschnittes 1 auf die obige Weise kann das oben erwähnte Problem des Anhebens des Befestigungsabschnittes 1, wenn R auf der Basis 70 befestigt wird, da das eingesetzte Klebemittel eine hohe Viskosität hat, so gelöst werden, daß der Befestigungsabschnitt 1 horizontal angebracht werden kann, ohne daß eine Spannvorrichtung benutzt werden muß.

Bei der in Fig. 10 gezeigten Ausführungsform sind Aufhängungen 100a zum Unterstützen benachbarter Befestigungsabschnitte 1 durch eine zentrale Verbindung 100c in dem zentralen Abschnitt zwischen den Befestigungsabschnitten 1 verbunden. Durch diese Anordnung wird das Problem gelöst, das bei der Halbleiterdrucksensoreinrichtung von Fig. 7 gesehen wird, daß nämlich die Abdichteigenschaft in dem zentralen Abschnitt zwischen den Befestigungsabschnitten 1 beim Anbringen der Basis 70 und der Kappe 80 verringert werden. Nach der vorliegenden Ausführungsform wird ebenfalls das Problem gelöst, daß die physikalische Einheit bei der Deformation der zwei Chips ausgeschlossen wird, wenn eine externe Kraft auf den Rahmen 100 bei herkömmlichen Einrichtungen ausgeübt wird, bei denen der Zentralabschnitt getrennt ist. Folglich ist die Meß-

genauigkeit der Halbleiterdrucksensoreinrichtung verbessert.

Die in Fig. 11 gezeigte Ausführungsform ist eine Kombination der dritten Ausführungsform von Fig. 9 und der vierten Ausführungsform von Fig. 10. Der Befestigungsabschnitt 1 kann horizontal auf der Basis 70 (siehe Fig. 7) angebracht werden, ohne daß eine Spannvorrichtung vorgesehen werden muß, indem zusätzlich zu der Aufhängung 100a die Aufhängung 100b zum Unterstützen des Befestigungsabschnittes 1 vorgesehen ist. Indem weiterhin der Zentrumsabschnitt zwischen den Befestigungsabschnitten 1 durch die zentrale Verbindung 100c verbunden ist, kann die physikalische Einheit im Hinblick auf die Deformation durch externe Kräfte aufrechterhalten werden, ebenfalls kann die Abdichtungs-eigenschaft der Hohlräume verbessert werden. Obwohl die Ausführungsformen der Fig. 8 bis 10 jeweils ein Beispiel zeigen, in dem eine neue Struktur vorgesehen ist, können die Ausführungsformen der Fig. 8 bis 10 auch in Kombination eingesetzt werden, falls es nötig ist.

In der den Befestigungsabschnitt 1 von Fig. 1 aufweisenden Halbleiterdrucksensoreinrichtung wird der an dem Drucksensor 51 des Halbleiterdrucksensorchips 50 erzeugte thermische Streß zum Verbessern der Genauigkeit der Halbleiterdrucksensoreinrichtung gelockert, indem ein verbindendes Klebemittel 10 mit einer gleichförmigen Dicke und der Fähigkeit, Streß zu lockern, zwischen dem Halbleiterdrucksensorchip 50 und dem Befestigungsabschnitt 1 gebildet wird. Indem weiter der Befestigungsabschnitt 1 mit einem Vorsprung 4 zum Aufnehmen einer Drahtverbindung zum Aufnehmen der Kraft, die von dem Boden des Halbleiterdrucksensorchips 50 während des Zeitpunktes der Drahtverbindung durch den Druck ausgeübt wird, und mit einem Unterstützungsvorsprung 11 zum Verhindern, daß Verzerungsstreß aufgrund des Vorsprunges 4 zum Aufnehmen der Drahtverbindung übertragen wird, versehen ist, wird der auf den Halbleiterdrucksensorchip 50 ausgeübte Streß entspannt, wodurch die Meßgenauigkeit verbessert wird.

Bei der Halbleiterdrucksensoreinrichtung mit dem in den Leiterraum 100 von Fig. 8 eingebauten Hohlraum verhindert das Bilden eines rinnenartigen Ätzbereiches E<sub>5</sub> entlang des Schnittstellenbereiches der Aufhängung 100a, die den Befestigungsabschnitt 1 trägt, und dem Befestigungsabschnitt 1, daß überflüssiges Harz fließt und an der Halbleiterdrucksensorchipseite anhaftet, wenn die Basis 70 und die Kappe 80 an dem Leiterraum 100 angebracht werden, indem das Harz in den Ätzbereich E<sub>5</sub> läuft. Indem weiter der Bereich zum Bilden des Ätzbereiches E<sub>5</sub> auf ein Minimum gedrückt wird, wird die Dicke der Klebeschicht gleichförmig beim Anbringen der Basis 70 und der Kappe 80 an den Leiterraum 100, wodurch die Abdichtungs-eigenschaft verbessert wird.

Bei der Halbleiterdrucksensoreinrichtung mit dem an den Leiterraum 100 der Fig. 9 angebrachten Hohlraum wird der Befestigungsabschnitt 1 von der Aufhängung 100b zusätzlich zu einer herkömmlichen Aufhängung 100a getragen. Daher wird der Befestigungsabschnitt 1 nicht angehoben, wenn der Leiterraum 100 auf der Basis 70 angebracht wird, selbst wenn das auf die Oberfläche der Basis 70 aufgebrachte Klebemittel eine hohe Viskosität aufweist. Der Befestigungsabschnitt 1 des Leiterraumes 100 kann horizontal auf der Basis 70 ohne eine fixierende Spannvorrichtung angebracht werden.

Bei der Halbleiterdrucksensoreinrichtung mit einem

Hohlraum, bei der der Leiterraum 100 der Fig. 10 eingesetzt ist, sind Aufhängungen 100a zum Halten des Befestigungsabschnittes 1 durch eine zentrale Verbindung 100c an der zentralen Stelle zwischen benachbarten Befestigungsabschnitten 1 verbunden. Die Dicke des Klebemittels an dem zentralen Abschnitt ist ebenfalls gleich der bei anderen Abschnitten, wodurch die Abdichtungs-eigenschaft des Hohlraumes verbessert wird. Falls eine externe Kraft auf den Leiterraum 100 ausgeübt wird, bewirkt die Verbindung an dem zentralen Abschnitt eine physikalische Gleichmäßigkeit oder Kontinuität der auf die Befestigungsabschnitte 1 übertragenen Deformationen, wo zwei Halbleiterdrucksensorchips 50 angebracht sind.

Bei dem Verfahren der Herstellung der Halbleiterspeichersensoreinrichtung von Fig. 6A und 6B wird die von dem Halbleiterdrucksensorchip 50 aufgenommene angewandte Kraft von dem Vorsprung 4 zum Aufnehmen der Drahtverbindung aufgenommen, der in dem konkaven Abschnitt 2 vorgesehen ist, die Aufnahme geschieht durch den Boden des Halbleiterdrucksensorchips 50 an entsprechender Stelle der Elektroden 53, wenn der feine Metalldraht 15 mit der Elektrode 53 unter Druck verbunden wird. Die durch die Druckanwendung ausgeübte Kraft wird nicht von dem verbindenden Klebemittel 10 während des Zeitpunktes aufgenommen, in dem Druck auf die Elektrode zum Verbinden ausgeübt wird. Das verbindende Klebemittel 10 weist die Fähigkeit auf, Streß abzubauen, und hat eine gleichförmige Dicke zwischen dem Halbleiterdrucksensorchip 50 und dem Verbindungsabschnitt 1, und es kann zum Abbauen von in dem Drucksensor 51 des Halbleiterdrucksensorchips 50 erzeugten thermischen Druckes eingesetzt werden, wodurch die Meßgenauigkeit der Halbleiterdrucksensoreinrichtung verbessert wird.

Nach einem Konzept der vorliegenden Erfindung ist daher eine fixierende Zwischenschicht mit einer vorbestimmten Dicke an der Anbringungsposition des Halbleiterdrucksensorchips des Leiterraumes befestigt zum Fixieren des Halbleiterdrucksensorchips an der Seite des Leiterraumes. Der Halbleiterdrucksensorchip ist auf der fixierenden Zwischenschicht befestigt. Durch Einsetzen der fixierenden Zwischenschicht aus einem nachgiebigen Material, das thermische Verzerrungsdifferenzen, die zwischen dem Halbleiterdrucksensorchip und dem Leiterraum gebildet sind, absorbieren und abbauen kann, wird der thermische Streß, der zwischen dem Leiterraum und dem Halbleiterdrucksensorchip wirkt, abgebaut, wodurch die Meßgenauigkeit der Halbleiterdrucksensoreinrichtung verbessert wird, ohne daß eine Siliciumbasis vorgesehen wird. Durch das Vorsehen eines streßwiderstehenden Vorsprunges an einer Position, die der Elektrode des Halbleiterdrucksensorchips entspricht, zum Aufnehmen der Druckanwendungskraft von dem Boden des Halbleiterdrucksensorchips, und ebenfalls durch Vorsehen eines Unterstützungsvorsprunges an einer vorbestimmten Position so, daß der Verzerrungsstreß aufgrund der thermischen Verzerrung nicht auf den Drucksensor des Halbleiterdrucksensorchips übertragen wird, wird die Druckanwendungskraft nicht von der fixierenden Zwischenschicht absorbiert zu dem Zeitpunkt, an dem die Elektrode und der feine Metalldraht mit Druck gut miteinander verbunden werden. Da der von dem streßwiderstehenden Vorsprung ausgehende Verzerrungsstreß nicht an dem Drucksensor des Halbleiterdrucksensorchips erzeugt wird, kann der zwischen dem Leiterraum und

dem Halbleiterdrucksensorchip auftretende thermische Streß durch die fixierende Zwischenschicht, den streßwiderstehenden Vorsprung und den Unterstützungsvorsprung so eingestellt werden, daß die Meßgenauigkeit der Halbleiterdrucksensoreinrichtung verbessert wird.

Gemäß einem anderen Konzept der Erfindung ist der Leiterrahmen mit einem Befestigungsabschnitt versehen, in dem der Halbleiterdrucksensorchip angebracht ist, und mit einem äußeren Rahmen, der eine Harzanti-  
flußrille in mindestens einem Abschnitt des Übergangs-  
bereiches zu dem Befestigungsabschnitt aufweist, so  
daß mindestens ein Abschnitt davon den Befestigungs-  
abschnitt verbindet und trägt. Das bei Anbringen der  
Kappe und Basis oberhalb bzw. unterhalb des Leiter-  
rahmens zu der Seite des Halbleiterdrucksensorchips  
fließende Klebeharz läuft in die Harzanti-  
flußrille. Dies hindert das Klebeharz daran, an dem Halbleiterdruck-  
sensorchip anzukleben, wenn die Basis und die Kappe  
an dem Leiterrahmen dort angebracht werden, wo der  
Halbleiterdrucksensorchip angebracht ist. Daher wird  
die Qualität der Druckmessung nicht bei dieser Halbleiter-  
drucksensoreinrichtung verschlechtert.

Nach einem weiteren Konzept der Erfindung ist der Leiterrahmen mit Befestigungsabschnitten dort versehen, wo der Halbleiterdrucksensorchip angebracht ist, und mit einem äußeren Rahmen zum Verbinden und Tragen der Befestigungsabschnitte diagonal an mindestens zwei Stellen. Die Befestigungsabschnitte sind symmetrisch getragen zum Verhindern, daß die Befestigungsabschnitte von dem Leiterrahmen durch das Klebeharz beim Anbringen der Basis abgehoben werden, dadurch wird die Notwendigkeit einer Befestigungsspannvorrichtung ausgeschlossen. Der Befestigungsabschnitt kann horizontal leicht angebracht werden ohne die Benutzung einer Befestigungsstandvorrichtung.

Nach einem weiteren Konzept der Erfindung ist der Leiterrahmen mit Befestigungsabschnitten dort versehen, wo der Halbleiterdrucksensorchip angebracht ist, und mit einem äußeren Rahmen, der mit den beiden an dem zentralen Abschnitt zwischen benachbarten Befestigungsabschnitten so verbunden ist, daß mindestens ein Abschnitt des Rahmens die Befestigungsabschnitte verbindet und trägt. Die Dicke des Klebemittels wird an dem zentralen Abschnitt beim Anbringen der Basis und der Kappe an dem Leiterrahmen mit einem Klebemittel gleichförmig gemacht. Externe Kraft wird auf die zwei Halbleiterdrucksensorenchips physikalisch gleichmäßig übertragen. Daher ist die Abdichteigenschaft der über bzw. unter dem Leiterrahmen angebrachten Kappe und Basis verbessert. Die physikalische Kontinuität in bezug auf Deformation durch externe Kraft wird durch die zwei kontinuierlichen Halbleiterdrucksensorenchips eingeführt.

Gemäß einem weiteren Konzept der Erfindung sind ein Leiterrahmen mit einem druckwiderstehenden Vorsprung, der an einer Position gebildet ist, der der Elektrode des Halbleiterdrucksensorchips entspricht, und mit einem Unterstützungsvorsprung an einer vorbestimmten Position zum Horizontalhalten des Halbleiterdrucksensorchips und ein Halbleiterdrucksensorchip zusammen durch eine fixierende Zwischenschicht mit einer vorbestimmten Dicke und mit der Fähigkeit, Streß abzubauen, zusammen befestigt. Durch Druckanbringen eines feinen Metalldrahtes an der Elektrode, wobei der Boden der Elektrode des Halbleiterdrucksensorchips von dem druckwiderstehenden Vorsprung aufgenommen wird, können die Elektrode und der feine Me-

talldraht durch Druckzusammenfügen gut zusammengefügt werden, ohne daß Druck von der fixierenden Zwischenschicht aufgenommen wird. Also kann auch der zwischen dem Leiterrahmen und dem Halbleiterdrucksensorchip wirkende thermische Streß abgebaut werden.

#### Patentansprüche

##### 1. Halbleiterdrucksensoreinrichtung, mit:

- einem Halbleiterdrucksensorchip (50) mit einem Halbleitersubstrat,
- einem Drucksensor (51) zum Erfassen von Druck,
- einer Verstärkerschaltung (52) zum Verstärken des Signales von dem Drucksensor (51) und
- mindestens einer auf dem Halbleitersubstrat gebildeten Elektrode (53);
- einem Leiterrahmen (100) zum Anbringen des Halbleiterdrucksensorchips (50),
- gekennzeichnet durch:
- eine aus einem elastischen Material mit einer vorbestimmten Dicke gebildeten fixierenden Zwischenschicht (10) zum Absorbieren und Entspannen von zwischen dem Halbleiterdrucksensorchip (50) und dem Leiterrahmen (100) erzeugten thermischen Verwindungsunterschieden zum Befestigen des Halbleiterdrucksensorchips (50) an der Seite des Leiterrahmens (100);
- einem belastungswiderstehenden Vorsprung (3), der an einer der Elektrode (53) des Halbleiterdrucksensorchips (50) des Leiterrahmens (100) entsprechenden Stelle vorgesehen ist zum Aufnehmen der durch den Druck vom Boden des Halbleiterdrucksensorchips (50) ausgeübten Kraft während des Druck-Anbringens eines feinen Metalldrahtes (15) an der Elektrode (53);
- einen an einer vorbestimmten Stelle des Leiterrahmens (100) vorgesehenen Unterstützungsvorsprung (11) zum Verhindern, daß die durch den belastungswiderstehenden Vorsprung (4) erzeugte Verwindungsbeanspruchung auf den Drucksensor (51) des Halbleiterdrucksensorchips (50) übertragen wird.

##### 2. Halbleiterdrucksensoreinrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß der Leiterrahmen (100) aufweist:

- einen Befestigungsabschnitt (1) zum Anbringen des Halbleiterdrucksensorchips (50), wobei die fixierende Zwischenschicht (10) dazwischen vorgesehen ist;
- einen äußeren Rahmen, der so vorgesehen ist, daß mindestens ein Abschnitt davon den Befestigungsabschnitt (1) verbindet und trägt und mindestens eine Abschnitt (E<sub>2</sub>) des verbindenden Bereiches mit dem auf konkave Weise geformten Befestigungsabschnitt (1) aufweist;
- eine elektrisch mit der Elektrode (53) des Halbleiterdrucksensorchips (50) verbundene Leitung (5), die so vorgesehen ist, daß mindestens eine Leitung (5) den Verbindungsabschnitt (1) verbindet und trägt und einen verbindenden Bereich (E<sub>3</sub>) mit dem Verbindungsabschnitt (1) auf konkave Weise gebildet aufweist.

3. Halbleiterdrucksensoreinrichtung nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, daß der äußere Rahmen einen äußeren Rahmen mit einer Harzantißbrille (E<sub>4</sub>) aufweist, die in mindestens einem Abschnitt eines Bereiches gebildet ist, der nicht der Bereich ist, der auf konkave Weise gebildet ist. 5
4. Halbleiterdrucksensoreinrichtung nach dem Oberbegriff des Anspruches 1, gekennzeichnet durch:
- einen in dem Leiterrahmen (100) vorgesehenen Verbindungsabschnitt (2) zum Anbringen des Halbleiterdrucksensorchips (50) und
  - einen in dem Leiterrahmen (100) so vorgesehenen äußeren Rahmen, daß mindestens ein Teil den Verbindungsabschnitt verbindet und unterstützt und eine Harzantißbrille (E<sub>5</sub>) aufweist, die entlang von mindestens einem Abschnitt des Schnittstellenbereiches zu dem Befestigungsabschnitt (1) gebildet ist. 15
5. Halbleiterdrucksensoreinrichtung nach dem Oberbegriff des Anspruches 1, gekennzeichnet durch:
- einen in dem Leiterrahmen (100) vorgesehenen Befestigungsabschnitt (1) zum Anbringen des Halbleiterdrucksensorchips (51) und 25
  - einen in dem Leiterrahmen (100) vorgesehenen äußeren Rahmen zum Verbinden und Unterstützen des Verbindungsabschnittes (1) diagonal an mindestens zwei Stellen (100a, 100b). 30
6. Halbleiterdrucksensoreinrichtung nach dem Oberbegriff des Anspruches 1, gekennzeichnet durch:
- einen in dem Leiterrahmen (100) vorgesehenen Verbindungsabschnitt (1) zum Anbringen des Halbleiterdrucksensorchips (50) und 35
  - einen in dem Leiterrahmen (100) vorgesehenen äußeren Rahmen so, daß mindestens ein Abschnitt davon den Verbindungsabschnitt (1) verbindet und unterstützt und zwei benachbarte Verbindungsabschnitte (1) an dem Zentralabschnitt (100c) miteinander verbindet. 40
7. Halbleiterdrucksensoreinrichtung nach einem der Ansprüche 2 bis 6, dadurch gekennzeichnet, daß der Verbindungsabschnitt (1) einen Verbindungsabschnitt (1) mit einem Bereich (E<sub>1</sub>) aufweist, wo die fixierende Zwischenschicht (10) befestigt ist, der in einer konkaven Weise gebildet ist, wo der Halbleiterdrucksensorchip (50) angebracht ist, und der mit einem druckwiderstehenden Vorsprung (4) 50 und einem Unterstützungsvorsprung (11) an vorbestimmten Positionen zur Streßentlastung versehen ist.
8. Halbleiterdrucksensoreinrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 7, dadurch gekennzeichnet, daß eine Mehrzahl von Elektroden (53) vorgesehen ist. 55
9. Verfahren zum Herstellen einer Halbleiterdrucksensoreinrichtung mit einem Halbleiterdrucksensorchip (50) mit Elektroden (53) und einem Leiterrahmen (100) zum Anbringen des Halbleiterdrucksensorchips (50), wobei das Herstellungsverfahren durch die folgenden Schritte gekennzeichnet ist:
- Befestigen des Leiterrahmens (100) mit einem druckwiderstehenden Vorsprung (4), der an einer Elektrode (53) des Halbleiterdrucksensorchips (50) entsprechenden Stelle gebildet ist, und mit einem Unterstützungsab-

schnitt (11), der an einer vorbestimmten Stelle zum Horizontalhalten des Halbleiterdrucksensorchips (50) gebildet ist, an dem Halbleiterdrucksensorchip (50), wobei eine fixierende Zwischenschicht (10) mit einer vorbestimmten Dicke und der Möglichkeit, Streß abzubauen, dazwischen angeordnet ist, und

- Drucken eines feinen Metalldrahtes (15) an der Elektrode (53), indem der Boden der Elektrode (53) durch den druckwiderstehenden Vorsprung (4) gestützt wird.

---

Hierzu 13 Seite(n) Zeichnungen

---

FIG. 1

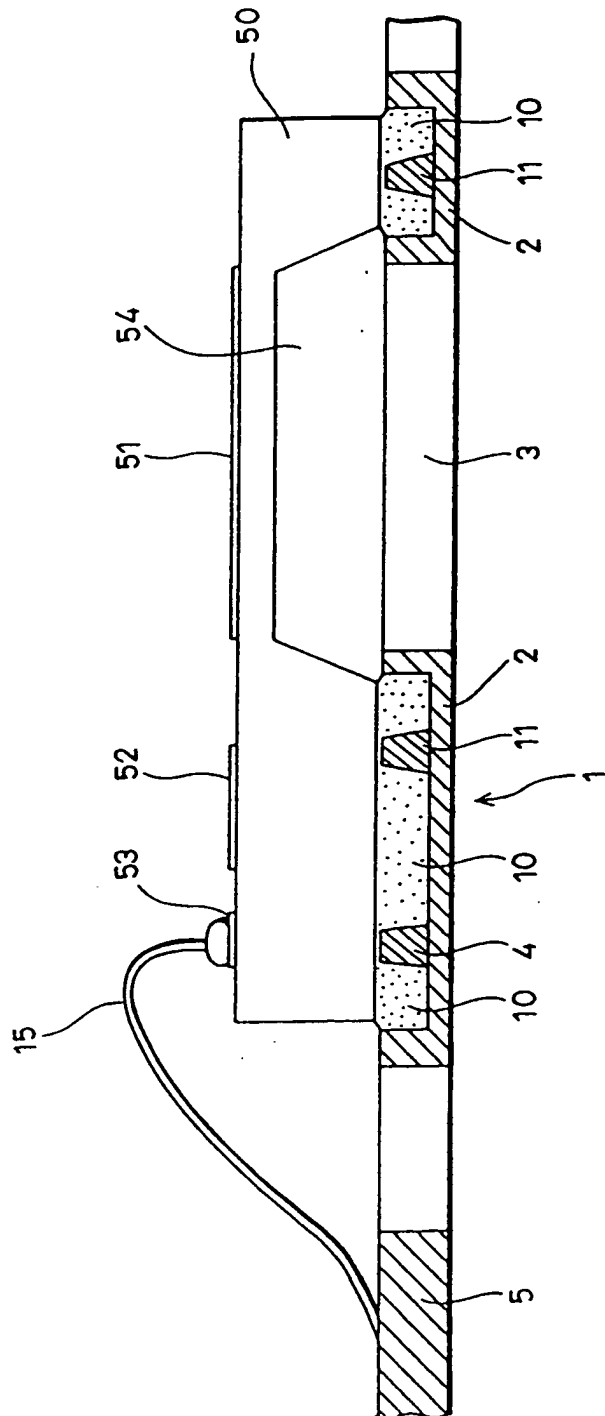


FIG. 2A

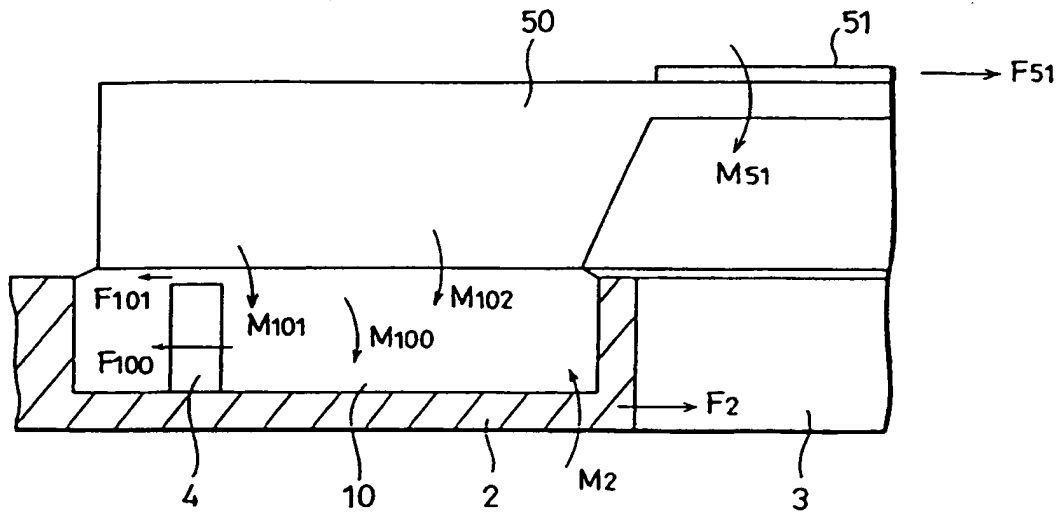


FIG. 2B

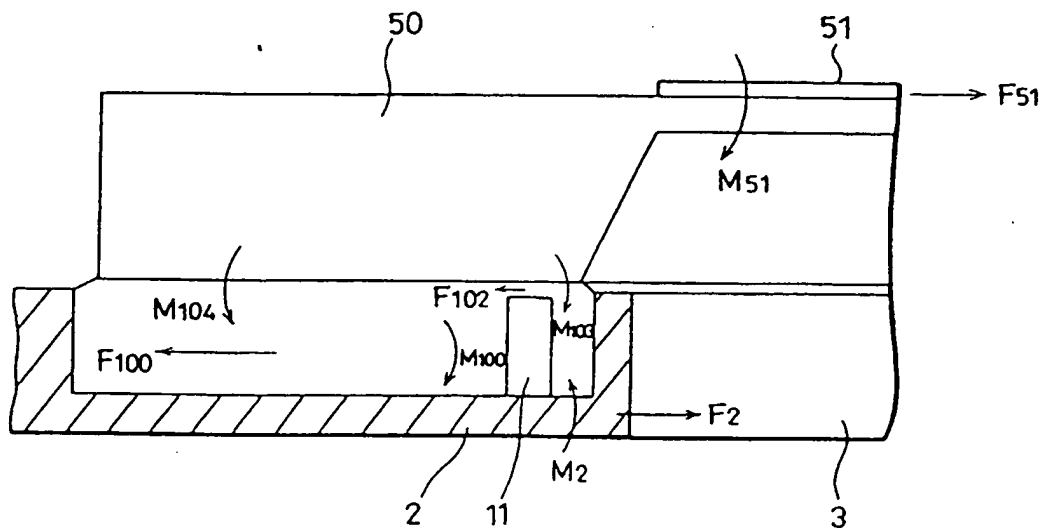


FIG. 3

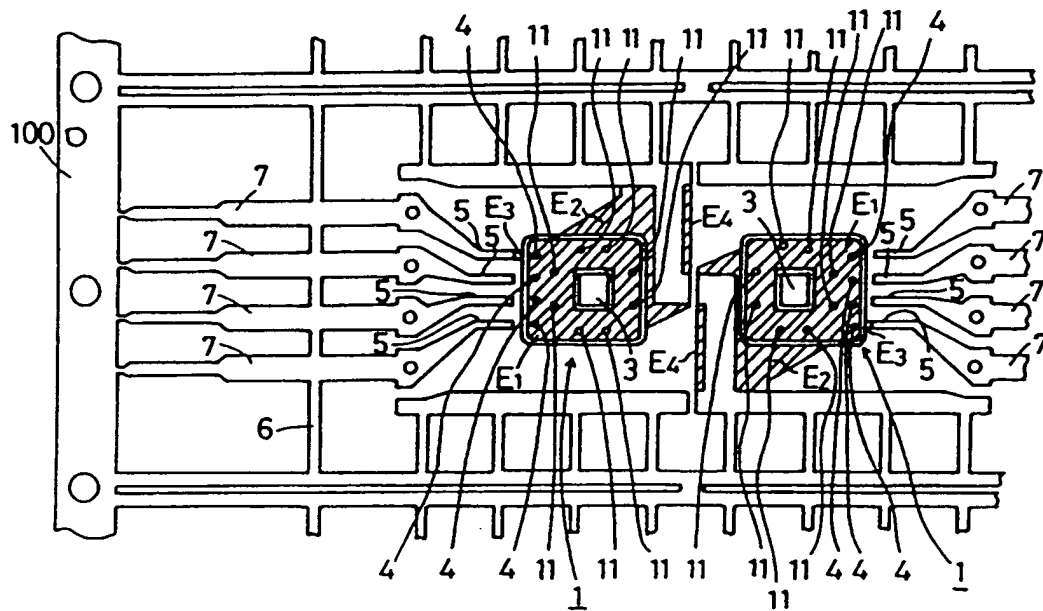


FIG. 4





FIG.5

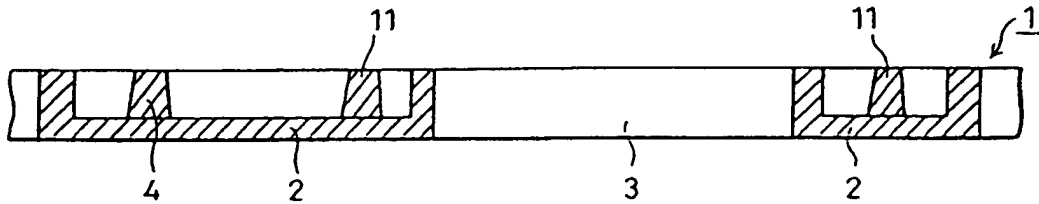


FIG.6A

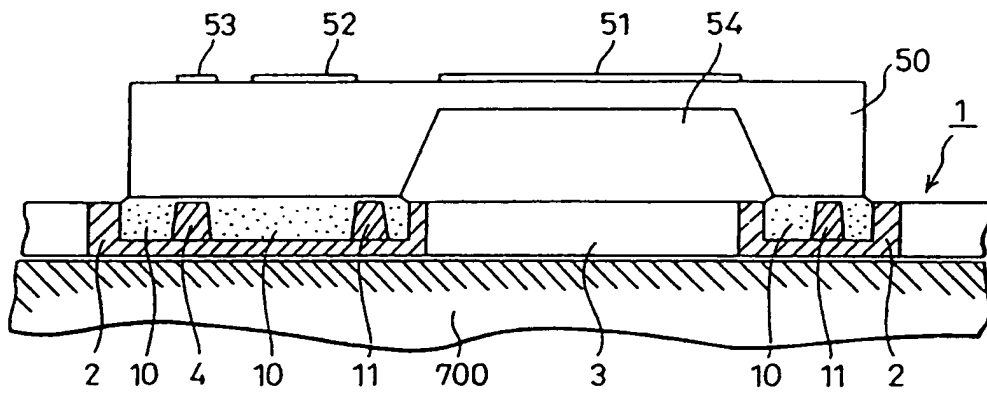


FIG.6B

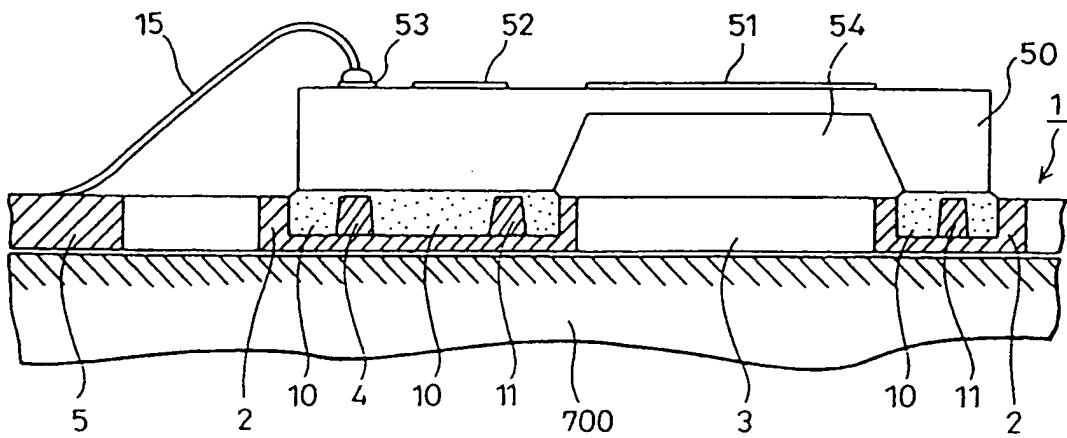


FIG. 7

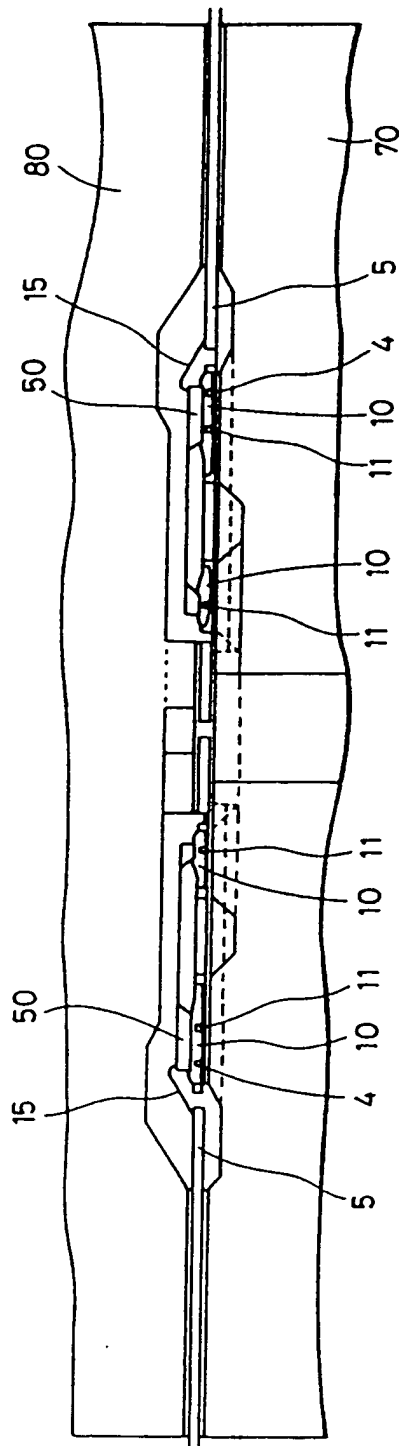


FIG. 8

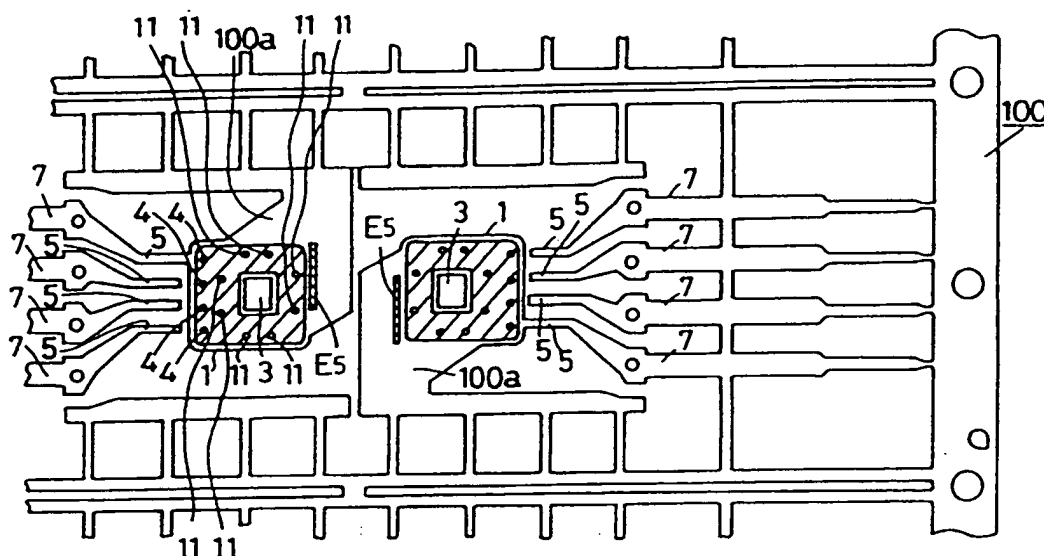


FIG. 9

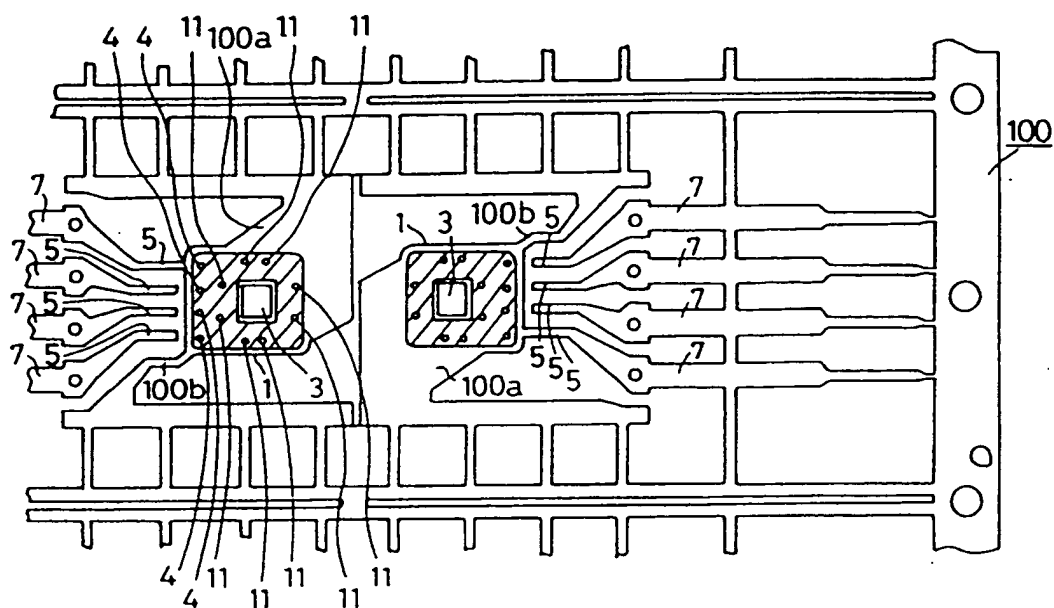


FIG. 10

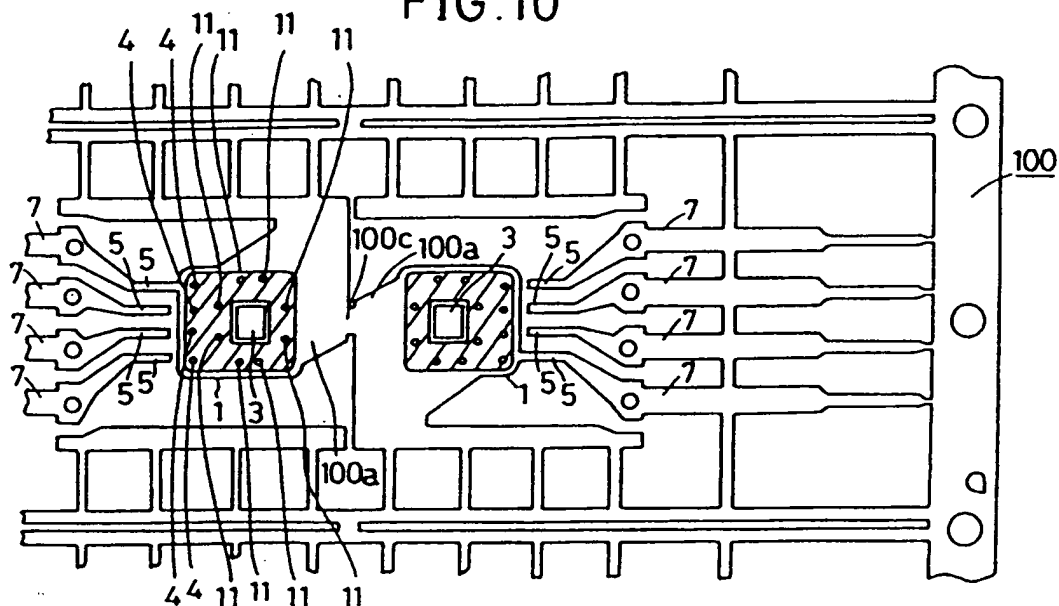


FIG. 11

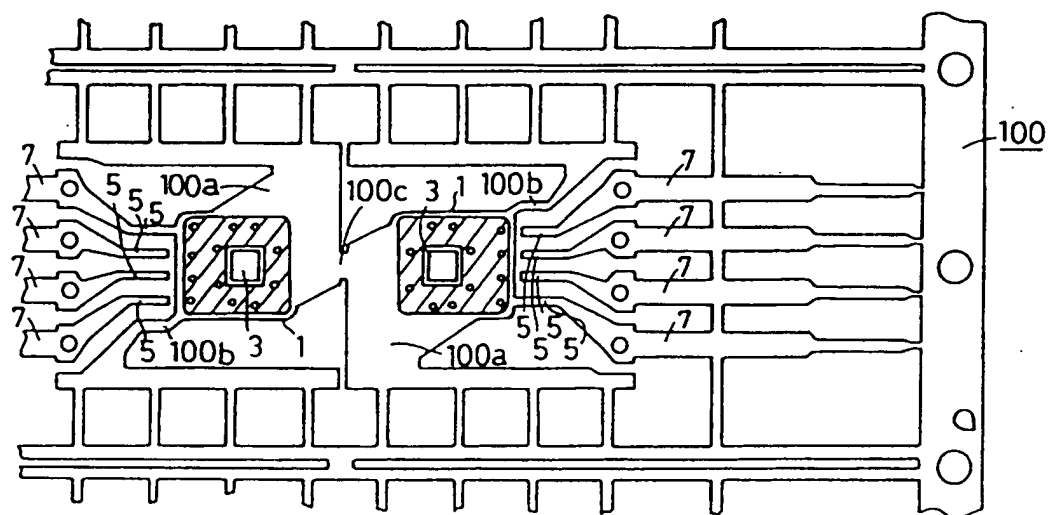


FIG. 12

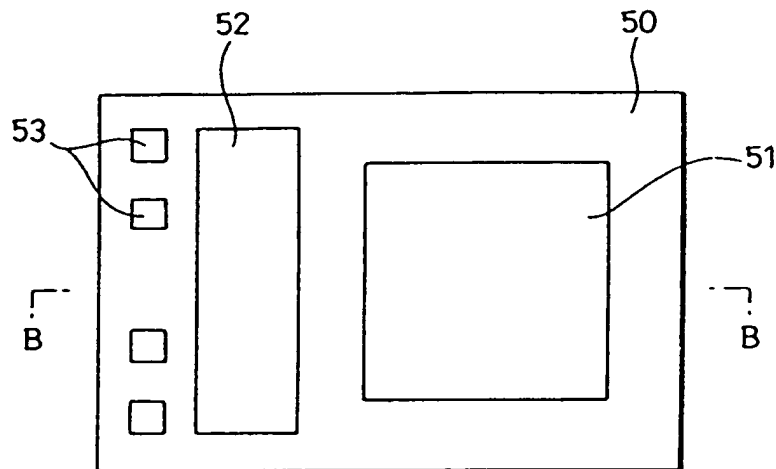


FIG. 13



FIG. 14

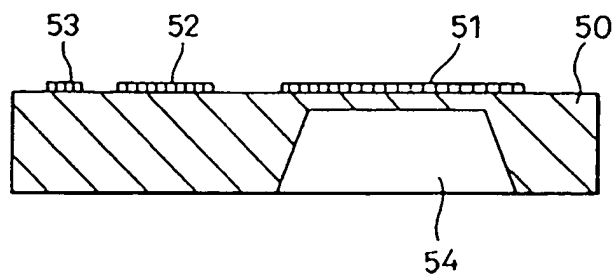


FIG. 15

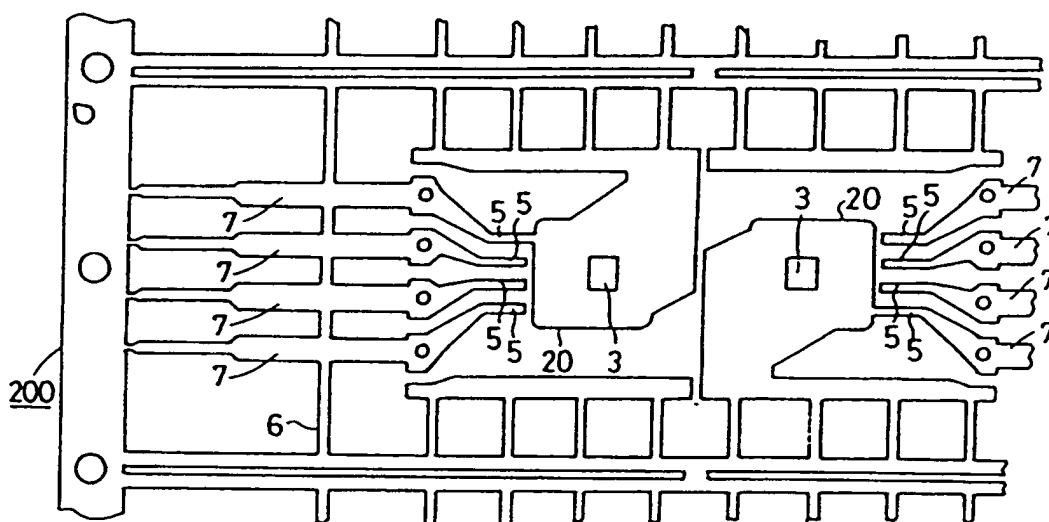


FIG. 16



FIG. 17

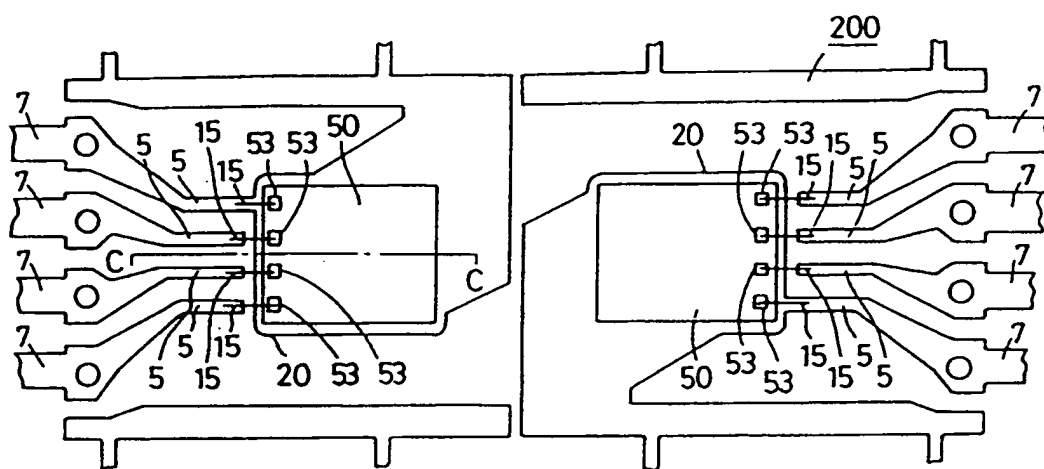


FIG. 18

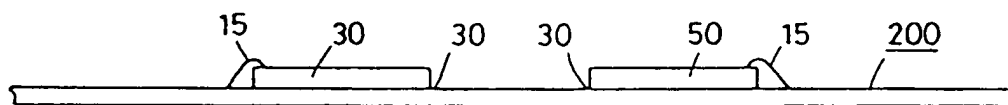


FIG. 19

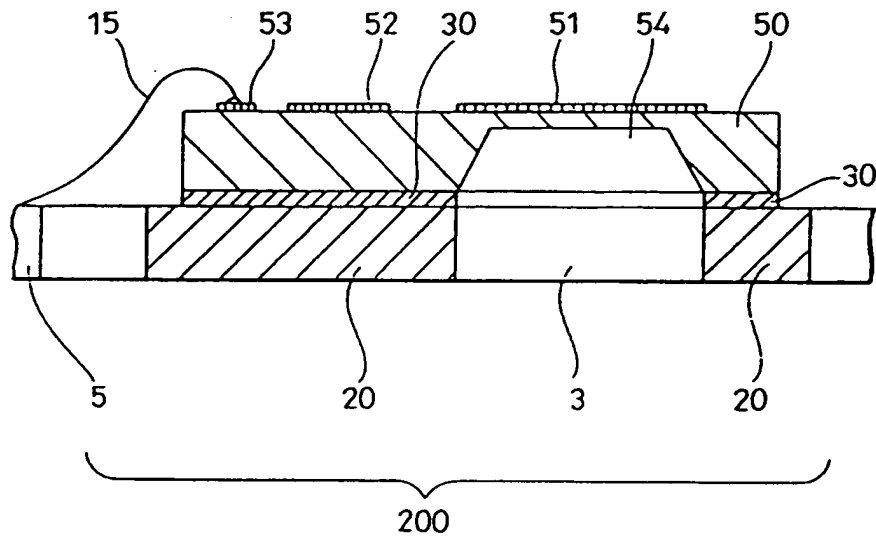


FIG. 20

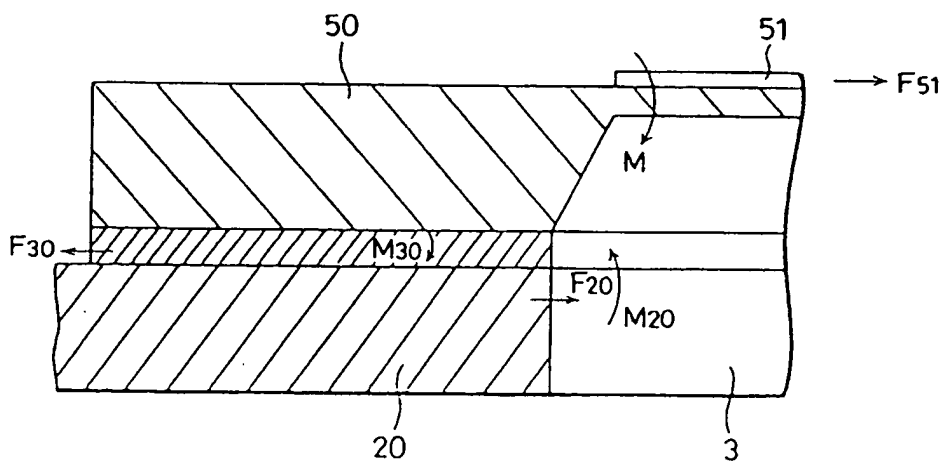




FIG. 21A

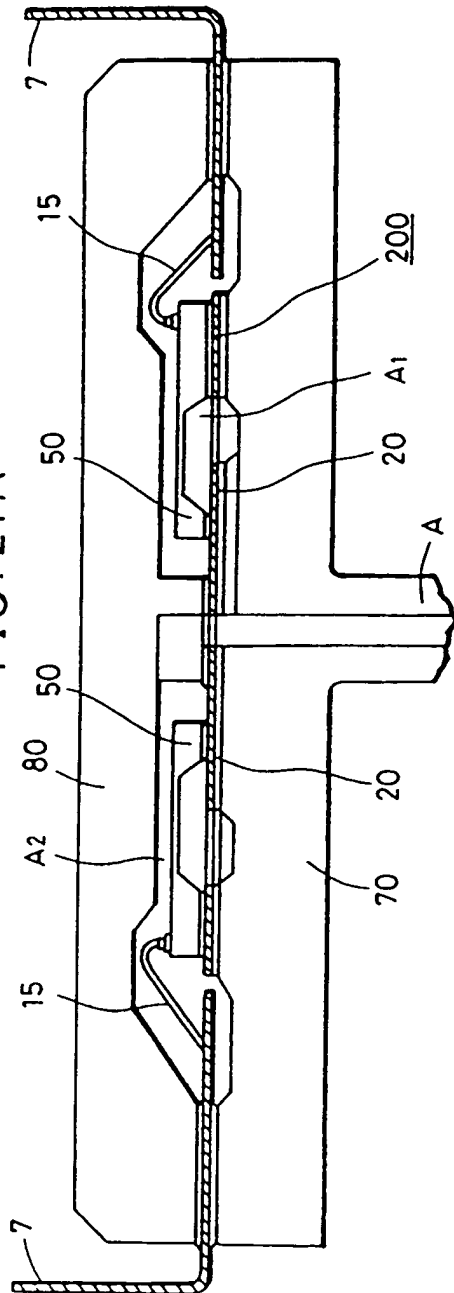


FIG. 21B

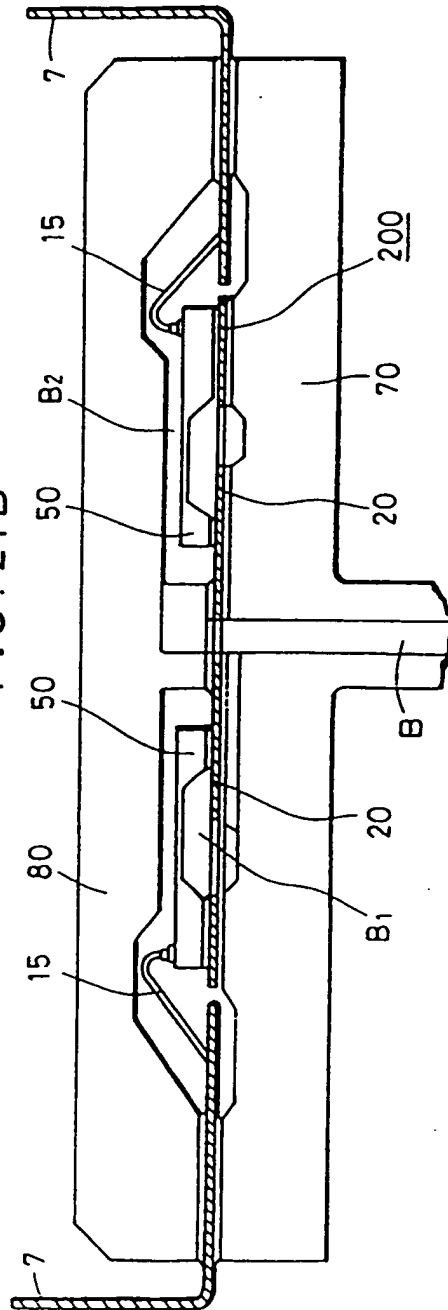
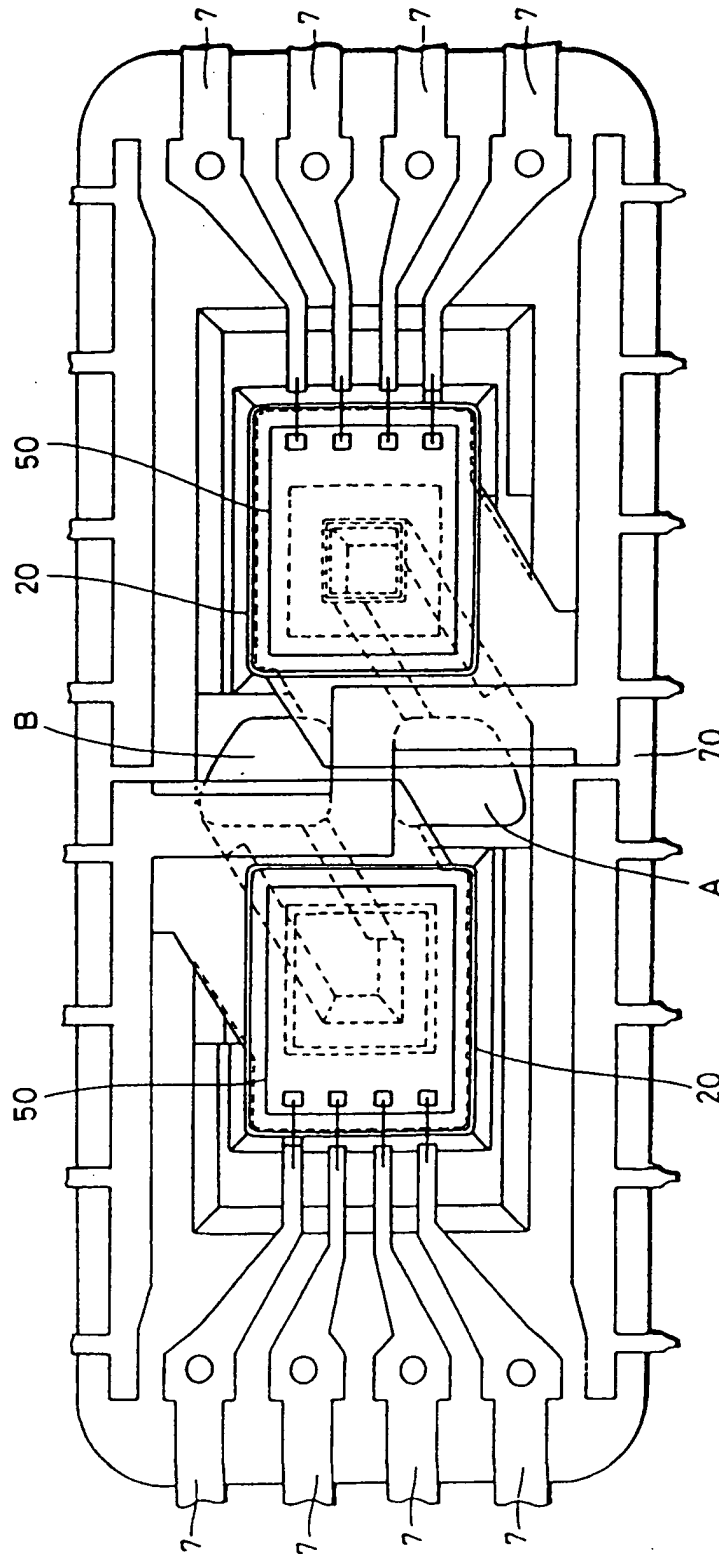


FIG. 21C



# The effect of fillers upon the properties of electroconductive cyanoacrylate adhesives

K.G. Chorbadjiev and D.L. Kotzev

(Scientific Research Centre for Specialty Polymers, Bulgaria)

*The influence of type and size of filler particles and viscosity of the cyanoacrylate component on the volume resistivity, conductivity mechanism and adhesive strength of the resultant bond has been investigated. Various carbon and metal fillers were used to make conductive cyanoacrylate adhesive compositions and the best results were obtained when Ag, Ni or Mo powders (5-10  $\mu\text{m}$ ) were incorporated in thickened ethyl 2-cyanoacrylate with a viscosity of 50-100 cP.*

**Key words:** electroconductive adhesives; cyanoacrylate adhesives; adhesive-bonded joints; adhesive strength

Adhesive compositions with electroconductive properties are finding increased application in the electronics industry for assembly of various electronic components<sup>1,2</sup>. They are of most use when the components cannot withstand the temperature of soldering.

Cyanoacrylate conductive adhesives, when compared to the traditional epoxy and acrylic based conductive adhesives<sup>3</sup> have the following strong points:

- short setting time at room temperature and humidity without use of catalysts;
- one component adhesives;
- strong bonding action towards various materials (metals, plastics, ceramics, etc);
- satisfactory electroconductivity of adhesive bond;
- easy to work with.

The only available commercial product, 'Saikoron B' (Japan), based on ethyl 2-cyanoacrylate and silver powder, has a setting time of 3-4 min and a volume resistivity of the bond  $1-6 \cdot 10^{-4} \Omega \cdot \text{cm}$ <sup>2,3</sup>. The methods for obtaining electroconductive cyanoacrylate adhesives, described in the patent literature<sup>4-8</sup>, deal mainly with the compatibility of the highly reactive cyanoacrylate monomers with metal and carbon fillers.

As part of the research to synthesize conductive cyanoacrylate adhesives, the objective of the present work was to determine the influence of the type and size of metallic and carbon fillers and the viscosity of the cyanoacrylate component on the volume resistivity, conductivity mechanism and the strength of the resultant bond.

## Experimental details

Ethyl 2-cyanoacrylate (ECA) with a viscosity of 2-4 cP and ECA thickened with poly(methyl methacrylate) with viscosities of 50 cP, 100 cP and 500 cP were used. The material was commercial grade 'Kanokonlit' (Bulgaria) cyanoacrylate adhesive. The materials tested as conductive fillers are shown in Table 1.

The adhesive compositions were prepared according to References 7 and 8. The carbon fillers (carbon black and graphite) were mixed directly with ECA at room temperature until homogeneous compositions were obtained. At room temperature the compositions have setting times in the range of 10-20 min and a shelf life of over 4 months. In order to prevent spontaneous polymerization of the adhesive, the metal powder fillers were washed at 30-80°C with diluted solutions of inorganic or organic acids prior to mixing with the cyanoacrylate. The compositions containing metal fillers had setting times of 5-20 min and a shelf life of up to 10 days after mixing.

Volume resistivity was determined according to ASTM D 2739-72. Brass tensile adhesion specimens with electrical connections were used. Resistivity was measured 24 h after adhesive application at  $23 \pm 1^\circ\text{C}$  and  $50 \pm 5\%$  RH with a Kelvin bridge, calibrated to 1% accuracy.

Tensile shear strength tests, performed on bonded steel joints having dimensions specified in ASTM D-1002, were conducted 24 h after bonding at room temperature with a Zwick 1474 testing machine with a constant cross-head speed of  $50 \text{ mm min}^{-1}$ .

MICRON LIBRARY

Table 1. Powder fillers used for preparation of conductive cyanoacrylate adhesives

Type	Particles mean diameter ( $\mu\text{m}$ )	Source
Carbon black	0.04	GDR (P-1250)
Graphite	Up to 100	Bulgaria (technical grade)
Ag	5	Laboratory reduction of $\text{AgNO}_3$ with Al
Ni	10	Fluka, Switzerland
Mo	10	Fluka, Switzerland
Fe	20-80	Fluka, Switzerland
Cr	20-80	Fluka, Switzerland
W	20-80	Fluka, Switzerland
Al	5	Fluka, Switzerland
Cu	5	Fluka, Switzerland

## Results and discussion

Fig. 1 shows the effect of type and quantity of filler on the conductivity of the adhesive bond. The tested fillers can be divided into four groups with respect to resistivity of the bond as a function of their quantity in the composition:

- Group 1 — carbon black and graphite
- Group 2 — Ag, Mo, Ni
- Group 3 — Cu, Al
- Group 4 — W, Cr, Fe.

Fig. 2 shows the dependence of adhesive strength on filler quantity. In this case the grouping of the metal powders is also maintained, and for clarity the dependence for only one typical representative of each group is shown. From the results shown in Figs 1 and 2 it is evident that high conductivity cannot be achieved with carbon fillers. The adhesive strength for graphite-filled composition is lower than the carbon black composition. For Group 2 fillers (Ag, Mo, Ni) conductivity of the bond increases with the increase of filler content, while the adhesive properties are maintained within reasonable values. Tensile shear

strength of the bond drops sharply when the filler content exceeds 70%. Group 3 (Al and Cu) based adhesives cannot achieve a high degree of filling and conductivity and tensile shear strength is low. Even at low filler content cohesive failure mode occurs. Group 4 fillers (Fe, Cr, W) are powders with larger particle size and high density. The conductivity of their adhesive bonds reaches acceptable values when the filler content is above 75%. However, at this filler concentration the adhesive strength of the bond drops sharply. The adhesive compositions of this group of fillers shows a tendency towards aggregation of the metal particles.

The value 'critical degree of filling' was used as a measure of the viscosity of the adhesive compositions. It represents the highest viscosity limit of the composition at which adhesive application is still acceptable. Practical determination was carried out in accordance with the procedure described in Reference 9. Some adhesive ( $0.5 \pm 0.01$  g) is placed between two glass discs and a load of 100 g is placed in the centre for 60 s. The diameter of the spread adhesive is then measured. The composition viscosity at which the adhesive spreads in a diameter of 7 mm is considered as the 'critical degree of filling'. Fig. 3 shows the dependence of the quantity of filler on the viscosity of the cyanoacrylate component at the critical degree of filling. Increasing the viscosity of the cyanoacrylate

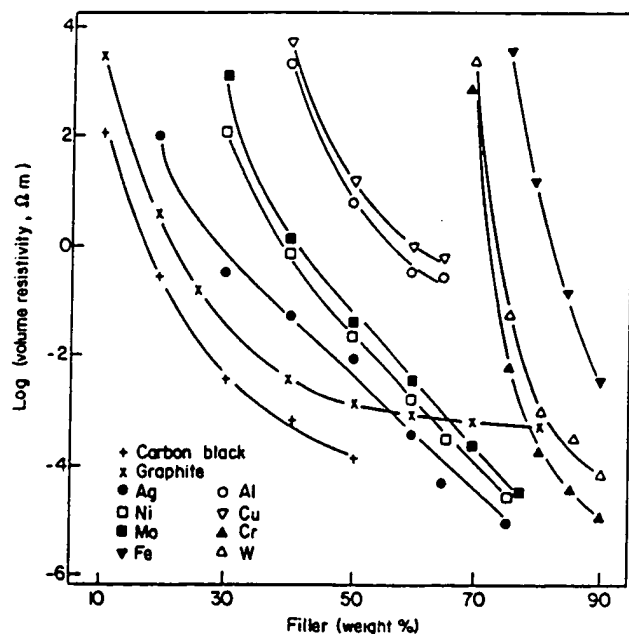


Fig. 1 Effect of type and quantity of filler on the conductivity of cyanoacrylate adhesive bond. (ethyl 2-cyanoacrylate with viscosity of 50 cP used)

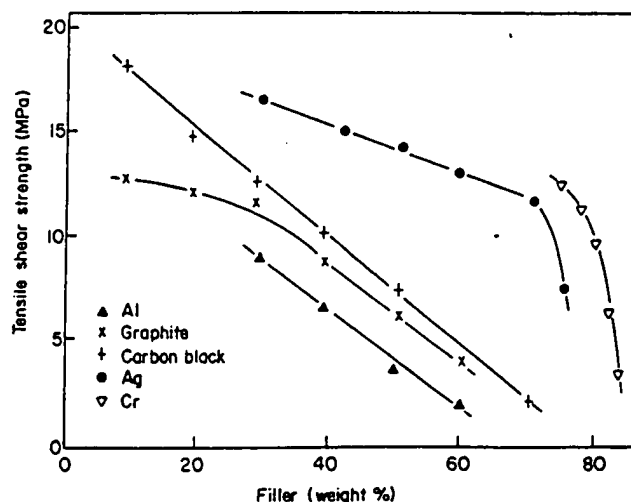


Fig. 2 Dependence of adhesive strength on filler content in cyanoacrylate conductive adhesive. (ethyl 2-cyanoacrylate with viscosity of 50 cP used)

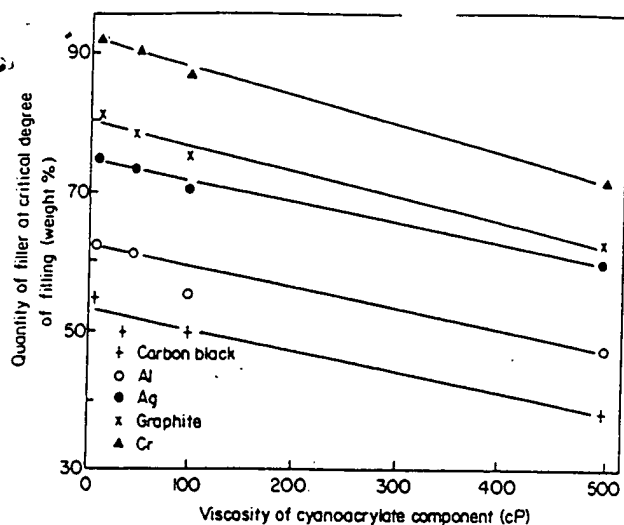


Fig. 3 Dependence of filler content at critical degree of filling on the viscosity of cyanoacrylate component

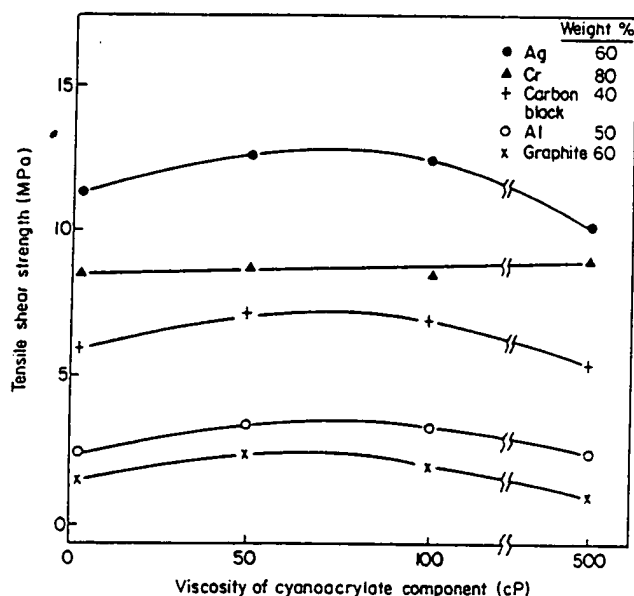


Fig. 4 Dependence of tensile shear strength of adhesive bond on the viscosity of cyanoacrylate component

lowers the maximum quantity of filler that can be incorporated into the adhesive composition. More pronounced is the dependence of the filler content, at critical degree of filling, on the size of the filler particles. Increasing the filler particle size increases the amount of filler that can be accommodated in the composition.

Figs 4 and 5 show the dependence of tensile shear strength and volume resistivity of the adhesive bond on the viscosity of the cyanoacrylate component. In most cases the tensile shear strength has a maximum when the cyanoacrylate component has a viscosity in the range of 50–100 cP. On the other hand, the volume resistivity of the adhesive bond is not affected to a great extent by the viscosity of the cyanoacrylate base component. Only in the case of carbon fillers is conductivity reduced by the increase of the cyanoacrylate viscosity.

The conductivity mechanism of polymeric compositions containing conductive fillers is based on two possible effects; electric charge transfer through direct contact of filler particles and/or electric charge

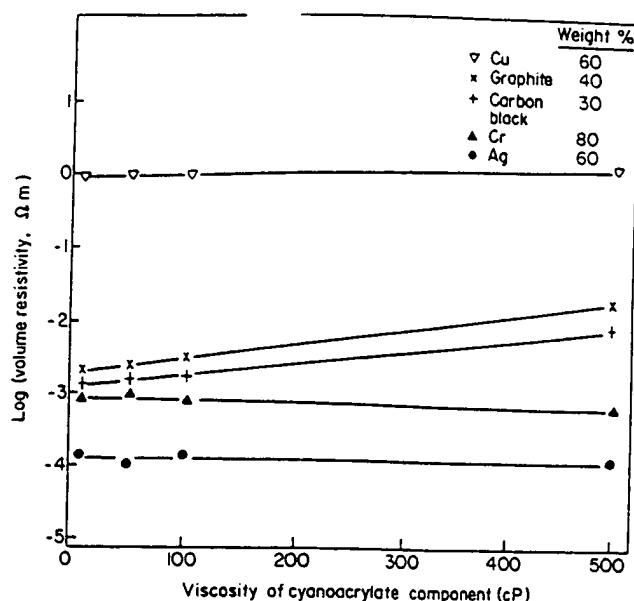


Fig. 5 Dependence of adhesive bond's volume resistivity on the viscosity of cyanoacrylate component

transfer through a thin polymer layer, the so-called 'tunnel effect'<sup>10</sup>. Determining the value of  $n$  in the equation:

$$I = cV^n \quad (1)$$

where  $I$  = current intensity,  $V$  = applied potential,  $c$  and  $n$  are constants, can clarify the conductivity mechanism. When  $n = 1$  the so called ohmic conductivity occurs and the volume resistivity is not dependent on the applied potential. When  $n > 1$  the conductivity is determined by the 'tunnel effect' charge transfer through the polymer layer and the volume resistivity becomes dependent on the applied potential. Conductivity increases with the increase of the potential. Table 2 shows the values of  $n$  as a function of type and quantity of filler for various cyanoacrylate adhesive compositions. The value of  $n$  was determined by linear approximation. It can be seen that, even at critical degree of filling,  $n > 1$  for carbon fillers. The transfer of electric current is determined by the polymer matrix. Similar results for  $n$  are obtained for Al and Cu based compositions. This can be explained by the exceptionally good wettability of these metal particles by the cyanoacrylate monomer. The subsequent polymerization of the monomer eliminates the possibility for direct contact of the metal particles. For the third group fillers (Fe, Cr, W) in the critical degree of filling range,  $n$  becomes almost 1. This can be explained by the amount of filler accepted into the composition, its relatively large particle size and their tendency to aggregate. The best results and ohmic conductivity are displayed when Ag, Ni and Mo powders are used as fillers. Also, it can be concluded from the data in Table 2, that the increase of viscosity of the cyanoacrylate component raises the value of  $n$ . This is a result of the uniform distribution of the filler particles in the adhesive and, hence, in the formed polymer bond.

## Conclusions

The conductivity and strength characteristics of the obtained cyanoacrylate adhesives depend primarily on

**Table 2. Conductivity mechanism of cyanoacrylate adhesive bonds as a function of type and quantity of filler and viscosity of cyanoacrylate component**

Type of filler	Filler content (weight %)	Value of n where $I = c \cdot V^n$			
		cyanoacrylate with 2 cP viscosity	cyanoacrylate with 50 cP viscosity	cyanoacrylate with 100 cP viscosity	cyanoacrylate with 500 cP viscosity
Carbon black	20	2.15	2.32	2.40	2.55
	30	2.09	2.18	2.30	2.40
	40	1.83	2.01	2.00	2.20
	50	1.42	1.64	1.83	2.06
Graphite	30	2.04	2.22	2.32	2.44
	40	1.84	2.10	2.15	2.30
	50	1.52	1.72	2.00	2.10
	60	1.34	1.53	1.42	1.85
	70	1.20	1.40	1.56	1.42
Ag	20	1.47	1.58	1.64	1.65
	30	1.15	1.20	1.34	1.44
	40	1.02	1.05	1.12	1.15
	50	1.00	1.06	1.07	1.10
	60	1.00	1.02	1.08	1.12
	70	1.00	1.02	1.06	1.10
Cu	40	1.92	1.94	2.18	2.07
	50	1.98	2.12	2.23	2.01
	60	1.96	2.32	2.13	2.06
	70	1.94	2.00	2.12	2.00
Cr	40	2.54	2.60	2.64	2.58
	50	2.00	2.20	2.10	1.88
	60	1.89	2.05	1.84	1.70
	70	1.42	1.43	1.58	1.25
	80	1.32	1.21	1.15	1.05
	85	1.10	1.05	1.04	1.03

the type, quantity and size of the conductive filler. The viscosity of the cyanoacrylate component has little influence on the conductivity, but a more pronounced effect on the adhesive strength of the bond. The best results are obtained when Ag, Ni or Mo powders (5–10  $\mu\text{m}$ ) are incorporated into thickened ethyl 2-cyanoacrylate with a viscosity of 50–100 cP.

## References

- Gul, V.E. and Shenfild, L.Z. 'Adhesives and coatings for the electronics' in *'Electroconductive Polymer Compositions'* (Himia, Moscow, USSR, 1984) pp 217–222
- Suzuki, Y. 'Characteristics and use of electroconductive adhesive Saikoron B' *Kogyo Zaiyo* 32 No 2 (1984) pp 106–109
- Suzuki, Y. 'Electroconductive instant setting adhesives' *Kogyo Zaiyo* 33 No 2 (1985) pp 46–50
- Inoue, K. *Japanese Patent* 73 036 (1976)
- Inoue, K. *Japanese Patent* 74 626 (1977)
- Taoka Gosei Chemical Co. *Japanese Patent* 118 776 (1985)
- Chorbadjiev, K., Kotzev, D. and Kabaivanov, V. *Bulgarian Patent* 41054 (1987)
- Chorbadjiev, K., Kotzev, D. and Kabaivanov, V. *Bulgarian Patent* 41055 (1987)
- Gul, V.E. and Shenfild, L.Z. 'Electroconductive adhesives' in *'Electroconductive Polymer Compositions'* (Himia, Moscow, USSR, 1984) p 70
- Van Beek, L.K. and Van Pul, B.I. 'Non-ohmic behaviour of carbon black loaded rubbers' *Carbon* 2 No 2 (1964) pp 121–126

## Authors

The authors are with The Scientific Research Centre for Specialty Polymers, Kliment Ohridski St 4A, 1156 Sofia, Bulgaria. Enquiries should be addressed to Dr D.L. Kotzev.

BEST AVAILABLE COPY

**Table 2. Conductivity mechanism of cyanoacrylate adhesive bonds as a function of type and quantity of filler and viscosity of cyanoacrylate component**

Type of filler	Filler content (weight %)	Value of n where $I = c \cdot V^n$			
		cyanoacrylate with 2 cP viscosity	cyanoacrylate with 50 cP viscosity	cyanoacrylate with 100 cP viscosity	cyanoacrylate with 500 cP viscosity
Carbon black	20	2.15	2.32	2.40	2.55
	30	2.09	2.18	2.30	2.40
	40	1.83	2.01	2.00	2.20
	50	1.42	1.64	1.83	2.06
Graphite	30	2.04	2.22	2.32	2.44
	40	1.84	2.10	2.15	2.30
	50	1.52	1.72	2.00	2.10
	60	1.34	1.53	1.42	1.85
	70	1.20	1.40	1.56	1.42
Ag	20	1.47	1.58	1.64	1.65
	30	1.15	1.20	1.34	1.44
	40	1.02	1.05	1.12	1.15
	50	1.00	1.06	1.07	1.10
	60	1.00	1.02	1.08	1.12
	70	1.00	1.02	1.06	1.10
Cu	40	1.92	1.94	2.18	2.07
	50	1.98	2.12	2.23	2.01
	60	1.96	2.32	2.13	2.06
	70	1.94	2.00	2.12	2.00
Cr	40	2.54	2.60	2.64	2.58
	50	2.00	2.20	2.10	1.88
	60	1.89	2.05	1.84	1.70
	70	1.42	1.43	1.58	1.25
	80	1.32	1.21	1.15	1.05
	85	1.10	1.05	1.04	1.03

the type, quantity and size of the conductive filler. The viscosity of the cyanoacrylate component has little influence on the conductivity, but a more pronounced effect on the adhesive strength of the bond. The best results are obtained when Ag, Ni or Mo powders (5–10  $\mu\text{m}$ ) are incorporated into thickened ethyl 2-cyanoacrylate with a viscosity of 50–100 cP.

## References

- Gul, V.E. and Shenfield, L.Z. 'Adhesives and coatings for the electronics' in *'Electroconductive Polymer Compositions'* (Himia, Moscow, USSR, 1984) pp 217–222
- Suzuki, Y. 'Characteristics and use of electroconductive adhesive Saikoron B' *Kogyo Zairyo* 32 No 2 (1984) pp 106–109
- Suzuki, Y. 'Electroconductive instant setting adhesives' *Kogyo Zairyo* 33 No 2 (1985) pp 46–50
- Inoue, K. *Japanese Patent* 73 036 (1976)
- Inoue, K. *Japanese Patent* 74 626 (1977)
- Taoka Gosei Chemical Co. *Japanese Patent* 118 776 (1985)
- Chorbadijev, K., Kotzev, D. and Kabaivanov, V. *Bulgarian Patent* 41054 (1987)
- Chorbadijev, K., Kotzev, D. and Kabaivanov, V. *Bulgarian Patent* 41055 (1987)
- Gul, V.E. and Shenfield, L.Z. 'Electroconductive adhesives' in *'Electroconductive Polymer Compositions'* (Himia, Moscow, USSR, 1984) p 70
- Van Beek, L.K. and Van Pul, B.I. 'Non-ohmic behaviour of carbon black loaded rubbers' *Carbon* 2 No 2 (1964) pp 121–126

## Authors

The authors are with The Scientific Research Centre for Specialty Polymers, Kliment Ohridski St 4A, 1156 Sofia, Bulgaria. Enquiries should be addressed to Dr D.L. Kotzev.

BEST AVAILABLE COPY

**LOCTITE**

1001 Trout Brook Crossing  
Rocky Hill, CT 06067-3910  
Telephone: (860) 571-5100  
FAX: (860) 571-5465

**Product Description Sheet****Product 410**

Industrial Products, October 1996

**PRODUCT DESCRIPTION**

LOCTITE® Product 410 is a black, rubber toughened ethyl cyanoacrylate adhesive with enhanced resistance to peel and shock loads.

**TYPICAL APPLICATIONS**

Bonding rubbers, metals and plastics for use in difficult environments

**PROPERTIES OF UNCURED MATERIAL**

	Value	Typical Range
Chemical Type	Ethyl cyanoacrylate	
Appearance	Black Liquid	
Specific Gravity @ 25°C	1.1	
Viscosity @ 25°C, mPa.s (cP)		
Brookfield RTV		
Spindle #3 @ 20 rpm	3350	1700 to 5000
Flash Point (TCC), °C	>93	

**TYPICAL CURING PERFORMANCE**

Under normal conditions, the surface moisture initiates the hardening process. Although full functional strength is developed in a relatively short time, curing continues for at least 24 hours before full chemical/solvent resistance is developed.

**Cure speed vs. substrate**

The rate of cure will depend on substrate used. The table below shows the fixture time achieved on different materials at 22°C, 50% relative humidity. This is defined as the time to develop a shear strength of 0.1 N/mm<sup>2</sup> (14.5 psi) tested on specimens according to ASTM D1002.

Substrate	Fixture Time, seconds
Steel (degreased)	60 to 120
Aluminum	10 to 30
Neoprene	15 to 25
Nitrile rubber	15 to 25
ABS	20 to 50
PVC	50 to 100
Polycarbonate	30 to 90
Phenolic materials	20 to 60

**Cure speed vs. bond gap**

The rate of cure will depend on the bondline gap. High cure speed is favored by thin bond lines. Increasing the bond gap will slow down the rate of cure.

**Cure speed vs. activator**

Where cure speed is unacceptably long due to large gaps, applying activator to the surface will improve cure speed. However, this can reduce the ultimate strength of the bond, therefore testing is recommended to confirm acceptable performance.

**TYPICAL PROPERTIES OF CURED MATERIAL****Physical Properties**

Coefficient of thermal expansion, ASTM D696, K <sup>-1</sup>	80x10 <sup>-6</sup>
Coefficient of thermal conductivity, ASTM C177, W.m <sup>-1</sup> K <sup>-1</sup>	0.1
Glass Transition temperature, ASTM E228, °C	120

**Electrical Properties**

Dielectric constant & loss, 25°C, ASTM D150:

measured at 50Hz:	Constant	Loss
1kHz:	2.3	<0.02
1mHz:	2.3	<0.02
Volume resistivity, ASTM D257, Ω.cm:		<0.02
Dielectric strength, ASTM D149, kV/mm		1 x 10 <sup>16</sup>
		25

**PERFORMANCE OF CURED MATERIAL**

(After 24 hr at 22°C)

	Value	Typical Range
Shear Strength, ASTM D1002, DIN 53283		
Grit Blasted Steel, N/mm <sup>2</sup>	22	18 to 26
(psi)	(3190)	(2610 to 3770)
Etched Aluminum, N/mm <sup>2</sup>	15	11 to 19
(psi)	(2175)	(1595 to 2755)
ABS, N/mm <sup>2</sup>	>6	
(psi)	(>870)	
PVC, N/mm <sup>2</sup>	>6	
(psi)	(>870)	
Polycarbonate, N/mm <sup>2</sup>	>5	
(psi)	(>750)	
Phenolic, N/mm <sup>2</sup>	10	5 to 15
(psi)	(145)	(700 to 2200)
Neoprene rubber, N/mm <sup>2</sup>	>10	
(psi)	(>1450)	
Nitrile rubber, N/mm <sup>2</sup>	>10	
(psi)	(>1450)	
Tensile Strength, ASTM D2095, DIN 53282		
Grit Blasted Steel, N/mm <sup>2</sup>	18.5	12 to 25
(psi)	(2700)	(1700 to 3600)

**TYPICAL ENVIRONMENTAL RESISTANCE**

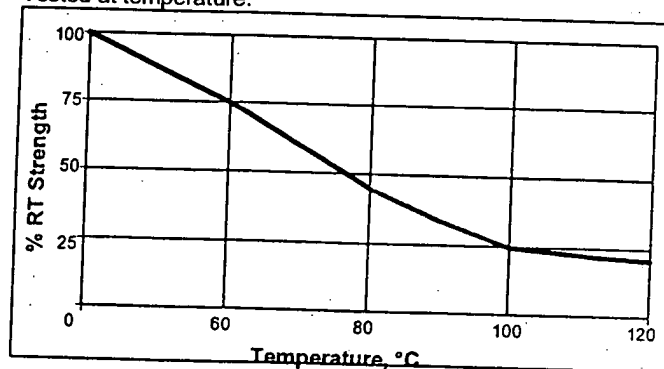
Test Procedure: Shear Strength ASTM-D1002/DIN 53283

Substrate: Grit blasted mild steel laps

Cure procedure: 1 week at 22°C

**Hot Strength**

Tested at temperature.

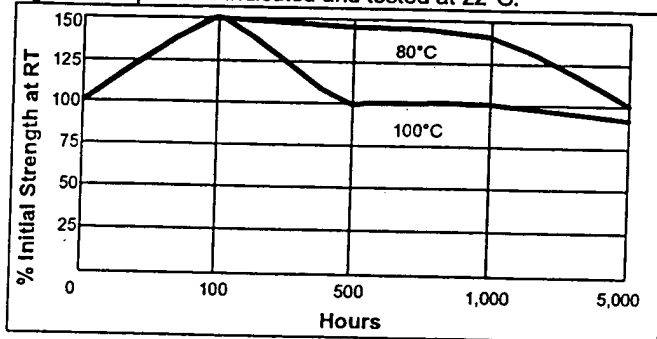


NOT FOR PRODUCT SPECIFICATIONS  
THE TECHNICAL DATA CONTAINED HEREIN ARE INTENDED AS REFERENCE ONLY.  
PLEASE CONTACT LOCTITE CORPORATION QUALITY DEPARTMENT FOR ASSISTANCE AND RECOMMENDATIONS ON SPECIFICATIONS FOR THIS PRODUCT.  
ROCKY HILL, CT FAX: +1 (860)-571-5473  
DUBLIN, IRELAND FAX: +353-(1)-451-9959



**Heat Aging**

Aged at temperature indicated and tested at 22°C.

**Chemical / Solvent Resistance**

Aged under conditions indicated and tested at 22°C.

Solvent	Temp.	%Initial strength retained at		
		100 hr	500 hr	1000 hr
Motor Oil	40°C	85	85	85
Gasoline	22°C	90	70	70
Isopropanol	22°C	75	75	75
Industrial Methylated Spirits	22°C	95	95	80
1,1,1 Trichloroethane	22°C	80	70	50
Freon TA	22°C	90	90	85
Humidity 95% RH	40°C	100	100	100

**GENERAL INFORMATION**

This product is not recommended for use in pure oxygen and/or oxygen rich systems and should not be selected as a sealant for chlorine or other strong oxidizing materials.

For safe handling information on this product, consult the Material Safety Data Sheet, (MSDS).

**Directions for use**

For best performance surfaces should be clean and free of grease. This product performs best in thin bond gaps, (0.05mm). Excess adhesive can be dissolved with Loctite clean up solvents, nitromethane or acetone.

**Storage**

Products shall be ideally stored in a cool, dry location in unopened containers at a temperature between 8° to 21°C (46° to 70°F) unless otherwise labeled. Optimal storage conditions of cyanoacrylate products are achieved with refrigeration: 2° to 8°C (36° to 46°F). Refrigerated packages shall be allowed to return to room temperature prior to use. To prevent contamination of unused product, do not return any material to its original container. For specific shelf-life information, contact your local Technical Service Center.

**Data Ranges**

The data contained herein may be reported as a typical value and/or range (based on the mean value  $\pm 2$  standard deviations). Values are based on actual test data and are verified on a periodic basis.

**Note**

The data contained herein are furnished for information only and are believed to be reliable. We cannot assume responsibility for the results obtained by others over whose methods we have no control. It is the user's responsibility to determine suitability for the user's purpose of any production methods mentioned herein and to adopt such precautions as may be advisable for the protection of property and of persons against any hazards that may be involved in the handling and use thereof. In light of the foregoing, Loctite Corporation specifically disclaims all warranties expressed or implied, including warranties of merchantability or fitness for a particular purpose, arising from sale or use of Loctite Corporation's products. Loctite Corporation specifically disclaims any liability for consequential or incidental damages of any kind, including lost profits. The discussion herein of various processes or compositions is not to be interpreted as representation that they are free from domination of patents owned by others or as a license under any Loctite Corporation patents that may cover such processes or compositions. We recommend that each prospective user test his proposed application before repetitive use, using this data as a guide. This product may be covered by one or more United States or foreign patents or patent applications.

**LOCTITE**

1001 Trout Brook Crossing  
Rocky Hill, CT 06067-3910  
Telephone: (860) 571-5100  
FAX: (860) 571-5465

**Product Description Sheet****Product 416**

Industrial Products, October 1998

**PRODUCT DESCRIPTION**

LOCTITE® Superbonder 416 is a single component, general industrial grade cyanoacrylate adhesive. 416 is specifically formulated for applications requiring higher viscosity and slower fixturing speeds than other instant adhesives. Superbonder 416 is economical to use and develops strong bonds on most metals, plastics and elastomers.

**TYPICAL APPLICATIONS**

- Bonding of a wide range of metals, plastics and elastomeric materials
- Rough or irregular surfaces
- Applications requiring alignment times up to 15 seconds

**MILITARY SPECIFICATION COMPLIANCE**

Superbonder 416 conforms to:  
MIL-A-46050C Type II, Class III

**PROPERTIES OF UNCURED MATERIAL**

	Typical Value
Chemical Type	Ethyl cyanoacrylate
Appearance	Clear liquid
Specific Gravity @ 25°C	1.05
Viscosity @ 25°C, mPa.s (cP)	
ASTM D 1084, Method B	1500
Vapor pressure, mbar:	<1
Flash Point (COC),	>176°F (>80°C)

**FIXTURING TIME**

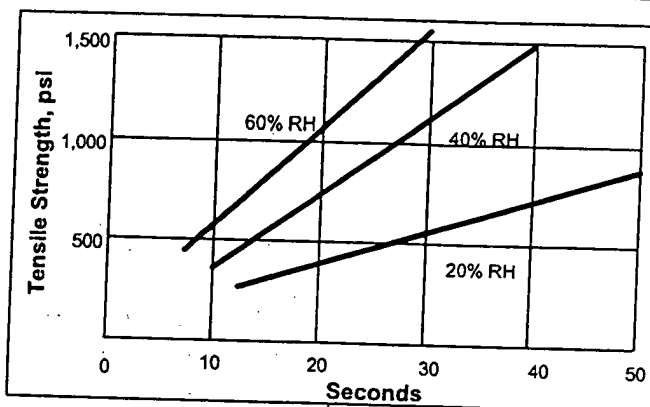
This is defined as the number of seconds after assembly when the Superbonder 416 joint develops a shear strength of 14.5 lb/in.<sup>2</sup> or 0.1 N/mm<sup>2</sup> measured at 72°F/22°C, 50% relative humidity according to ASTM D 1002 and DIN 53283. This cure speed is affected by the nature of the substrate, ambient humidity and temperature. In general, the thinner the bond line, the faster the fixture.

Performance of Loctite Superbonder 416 on metallic and non-metallic substrates:

Substrate	Typical fixturing Time (sec.)
Steel (degreased)	35
Aluminum (etched)	20
Zinc dichromate:	70
Neoprene rubber	<5
Nitrile rubber	<5
ABS	30
PVC	30
Polycarbonate	50
Phenolic materials	25

All surfaces were cleaned with isopropyl alcohol wipe. Times and strengths can vary considerably for different grades of plastics, elastomers and plated metals.

The effect of relative humidity on cure speed is shown in the graph, for Superbonder 416 cyanoacrylate adhesive to Buna N rubber.

**BLOOMING/FROSTING**

Vapor generated by uncured liquid adhesive can deposit on nearby surfaces leaving a white residue. This condition can be reduced by one or more of the following methods:

- Reduce quantity of adhesive used
- Increase air flow over the parts
- Use accelerator to speed fixture/cure of exposed wet adhesive
- Deposit can be removed with Loctite X-NMS™ 768 Clean Up Solvent

**STRESS CRACKING**

Uncured liquid adhesives can cause cracking of some plastics when they are in a stressed condition. Examples are polycarbonate, acrylic and polysulfone. The possibility of stress cracking can be reduced by the following:

- Close joints quickly to avoid prolonged exposure to liquid adhesive
- Use accelerator to speed fixture/cure of adhesive
- Use reinforced grades of plastic which are more resistant to chemical attack

**TYPICAL PROPERTIES OF CURED MATERIAL****Physical Properties**

Coefficient of thermal expansion, ASTM D696, K <sup>-1</sup>	100x10 <sup>-6</sup>
Coefficient of thermal conductivity, ASTM C177, W.m <sup>-1</sup> K <sup>-1</sup>	0.1
BTU-in hr-ft <sup>2</sup> -°F	2.1

**Electrical Properties**

Dielectric constant, ° ASTM D150:	
100 Hz	2.3
1 kHz	2.3
1 Mhz	2.3
Dissipation factor, ASTM D 150	
100Hz:	<0.02
1kHz:	<0.02
10 kHz:	<0.02
Surface resistivity Ω x 10 <sup>-4</sup>	4
Volume resistivity, ASTM D257, Ω.cm X 10 <sup>16</sup>	1
Dielectric strength, ASTM D149, kV/mm	25

NOT FOR PRODUCT SPECIFICATIONS  
THE TECHNICAL DATA CONTAINED HEREIN ARE INTENDED AS REFERENCE ONLY.  
PLEASE CONTACT LOCTITE CORPORATION QUALITY DEPARTMENT FOR ASSISTANCE AND RECOMMENDATIONS ON SPECIFICATIONS FOR THIS PRODUCT.  
ROCKY HILL, CT FAX: +1 (860)-571-5473 DUBLIN, IRELAND FAX: +353-(1)-451-9959

**PERFORMANCE OF CURED MATERIAL**

(After 1 week at 72°F (22°C))

Typical Value

Shear Strength, ASTM D1002, DIN 53283

Grit Blasted Steel, N/mm <sup>2</sup>	22
(psi)	(3200)
Etched Aluminum, N/mm <sup>2</sup>	15
(psi)	(2200)
ABS, N/mm <sup>2</sup>	12
(psi)	(1750)
PVC, N/mm <sup>2</sup>	12
(psi)	(1750)
Polycarbonate, N/mm <sup>2</sup>	14
(psi)	(2000)
Phenolic, N/mm <sup>2</sup>	10
(psi)	(1450)
Neoprene rubber, N/mm <sup>2</sup>	10
(psi)	(1450)
Nitrile rubber, N/mm <sup>2</sup>	10
(psi)	(1450)

Peel Strength, ASTM D1876, DIN 53282

Degreased steel, N/mm	<0.5
(PIW)	(<3)

**TYPICAL ENVIRONMENTAL RESISTANCE**

Test Procedure: Shear Strength ASTM-D1002/DIN 53283

Substrate: Grit blasted mild steel

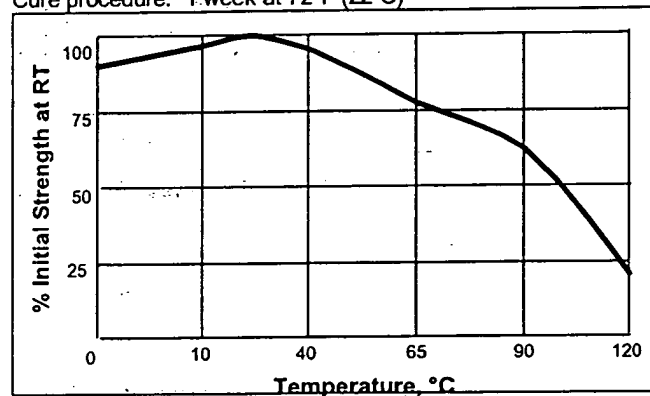
Cure procedure: 1 week at 72°F (22°C)

**Hot Strength**

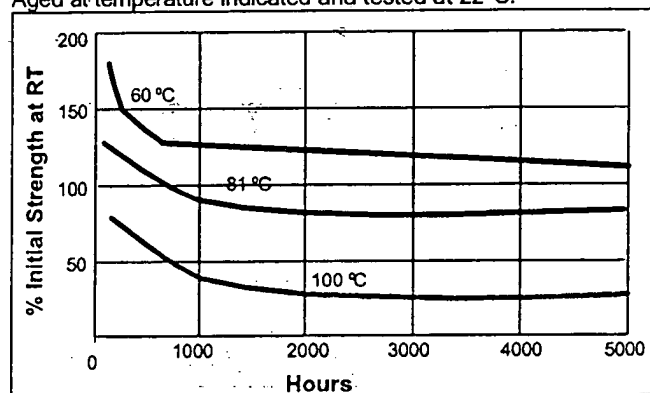
Shear strength test procedure: ASTM D1002 (DIN53283)

Substrate: Grit blasted mild steel

Cure procedure: 1 week at 72°F (22°C)

**Heat Aging**

Aged at temperature indicated and tested at 22°C.

**Chemical / Solvent Resistance**

Aged under conditions indicated and tested at 22°C.

Solvent	Temp.		%Initial strength retained at		
	°F	°C	100 hr	500 hr	1000 hr
Motor Oil	104	40	100	100	95
Gasoline	72	22	100	100	100
Isopropanol	72	22	100	100	100
1,1,1 Trichloroethane	72	22	100	100	100
Freon TA	72	22	100	100	100
Ethanol	72	22	80	75	65

**GENERAL INFORMATION**

This product is not recommended for use in pure oxygen and/or oxygen rich systems and should not be selected as a sealant for chlorine or other strong oxidizing materials.

For safe handling information on this product, consult the Material Safety Data Sheet, (MSDS).

**Directions for use**

For best performance surfaces should be clean and free of grease. This product performs best in thin bond gaps, (0.05mm). Excess adhesive can be dissolved with Loctite clean up solvents, nitromethane or acetone.

**Storage**

Products shall be ideally stored in a cool, dry location in unopened containers at a temperature between 8° to 21°C (46° to 70°F) unless otherwise labeled. Optimal storage conditions of cyanoacrylate products are achieved with refrigeration: 2° to 8°C (36° to 46°F). Refrigerated packages shall be allowed to return to room temperature prior to use. To prevent contamination of unused product, do not return any material to its original container. For specific shelf-life information, contact your local Technical Service Center.

**Data Ranges**

The data contained herein may be reported as a typical value and/or range. Values are based on actual test data and are verified on a periodic basis.

**Note**

The data contained herein are furnished for information only and are believed to be reliable. We cannot assume responsibility for the results obtained by others over whose methods we have no control. It is the user's responsibility to determine suitability for the user's purpose of any production methods mentioned herein and to adopt such precautions as may be advisable for the protection of property and of persons against any hazards that may be involved in the handling and use thereof. In light of the foregoing, Loctite Corporation specifically disclaims all warranties expressed or implied, including warranties of merchantability or fitness for a particular purpose, arising from sale or use of Loctite Corporation's products. Loctite Corporation specifically disclaims any liability for consequential or incidental damages of any kind, including lost profits. The discussion herein of various processes or compositions is not to be interpreted as representation that they are free from domination of patents owned by others or as a license under any Loctite Corporation patents that may cover such processes or compositions. We recommend that each prospective user test his proposed application before repetitive use, using this data as a guide. This product may be covered by one or more United States or foreign patents or patent applications.